نموذج ترخيص

أنا الطالب : عمر احمد علي عنيبة أمنح الجامعة الأردنية و/ أو من تفوضه ترخيصاً غير حصري دون مقابل بنشر و / أو استعمال و / أو استغلال و / أو ترجمة و / أو تصوير و / أو إعادة إنتاج بأي طريقة كانت سواء ورقية و / أو إلكترونية أو غير ذلك رسالة الماجستير / الدكتوراه المقدمة من قبلي وعنوانها.

تحليل مورفومتري تطبيقي لنماذج من الأحواض المائية في الأردن باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

وذلك لغايات البحث العلمي و / أو التبادل مع المؤسسات التعليمية والجامعات و / أو لأي غاية أخرى تراها الجامعة الأردنية مناسبة، وأمنح الجامعة الحق بالترخيص للغير بجميع أو بعض ما رخصته لها.

اسم الطالب: عمر احمد علي عنيبة

التوقيع: [توقيع]

التاريخ: 2016.4.10

تحليل مورفومتري تطبيقي لنماذج من الأحواض المائية في الأردن باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

إعداد

عمر امحمد علي عنيبة

المشرف

الاستاذ الدكتور يحيى عيسى فرحان

قدمت هذه الأطروحة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الدكتوراه في الجغرافيا

كلية الدراسات العليا

الجامعة الأردنية

آذار، 2016م

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هذه الرسالة (تحليل مورفومتري تطبيقي لنماذج من الأحواض المائية في الأردن باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية) وأجيزت بتاريخ 17 / 03 / 2016

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيع
الدكتور يحيى عيسى فرحان ، مشرفًا	....
أستاذ ــ الجيومورفولوجيا الهندسية والاستشعار عن بعد	
الدكتور سميح أحمد عودة، عضواً	....
أستاذ ــ الجيومورفولوجيا والخرائط	
الدكتور حسام هشام البليبسي، عضواً	....
أستاذ مشارك ــ استشعار عن بعد ونظم معلومات جغرافية	
الدكتور مهيب محمد العواودة، عضواً	....

أستاذ ــ تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الموارد الطبيعية (جامعة اليرموك)

الإهداء

إلى والدَيّ العزيزين،

إلى إخوتي الأعزاء

إلى من تجشمت عناء الغربة والبعد عن الأهل ودعمتني في انجاز هذا العمل ... زوجتي

إلى روح الشهيدين ابني أخي: عبدالوهاب وعبدالعزيز علي عنيبة غفر الله لهما وأسكنهما فسيح جنانه

الشكر والتقدير

الحمد لله رب العالمين الذي وفقني في انجاز هذا العمل، ويسعدني ويشرفني أن أتقدم بجزيل الشكر والامتنان للأستاذ الدكتور الفاضل يحيى عيسى فرحان على تفضله بالأشراف على هذه الدراسة ولما بذله من جهد وقدمه من نصح كان له الأثر البالغ في اخراجها بهذه الصورة فجزاه الله عني خير الجزاء.

وأقدم شكري لجميع أساتذتي في قسم الجغرافيا، ولا يفوتني أن اشكر أعضاء لجنة المناقشة الأفاضل: الأستاذ الدكتور سميح أحمد عودة، والدكتور حسام هشام البلبيسي، والأستاذ الدكتور مهيب محمد العواودة من جامعة اليرموك.

وأخيرًا أتقدم بالشكر إلى كل من مد لي يد العون من أجل انجاز هذه الرسالة.

قائمة المحتويات

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

قائمة الملاحق

تحليل مورفومتري تطبيقي لنماذج من الأحواض المائية في الأردن باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد ونُظم المعلومات الجغرافية

إعداد

عمر امحمد علي عنيبة

المشرف

الأستاذ الدكتور يحيى عيسى فرحان

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص المورفومترية لتسعة أحواض مائية في الأردن، تختلف فيما بينها من حيث الخصائص الطبيعية، الجيولوجية، والجيومورفولوجية، والمناخية، والتربة، والغطاء النباتي، وهذه الأحواض هي: حوض نهر الزرقاء، وحوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين، وحوض وادي الموجب ـ الوالة، وحوض وادي الكرك، وحوض وادي الركية ـ الأحيمر، وحوض وادي اليُتم، وحوض وادي جرذان، وحوض وادي راجل، واستُخدم في الدراسة تقنية الاستشعار عن بُعد RS، Remote sensing، وتقنية نُظم المعلومات الجغرافية Geographical Information System (GIS)، واستخدام نموذج الارتفاع الرقمي ASTER DEM بدقة تمييزية 30متر، لتحديد الأحواض المائية، واستخلاص الشبكات المائية، وتصنيف رُتبها وفقًا لـ (Strahler,1957)، واستخراج الخصائص المورفومترية التي تُعبّر عن الخصائص المساحية مثل: مساحة الحوض، ومحيطه، وطوله، والخصائص التضاريسية مثل: ارتفاع، وانحدار الحوض، وخصائص الشبكة المائية مثل: عدد وطول المجاري المائية في الحوض، وكذلك تمّ في هذه الدراسة استخراج قيم المتغيرات المورفومترية الأخرى باستخدام المعادلات الرياضية، تلك المتغيرات التي تُعبر عن الخصائص التضاريسية مثل: تضرس الحوض، ونسبة التضرس، ودرجة الوُعورة، والخصائص الشكلية مثل: نسبة الاستطالة، ونسبة الاستدارة، وخصائص الشبكة المائية مثل: نسبة التشعّب، وكثافة التصريف، والتكرار النهري، وكذلك استُخدم دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI) لغرض تحديد مناطق النباتات وتوزّعها في كلّ حوض من الأحواض المختارة.

واستُخدم في الدراسة الأساليب الإحصائية لتحليل المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية، مثل: علاقات الارتباط بين تلك المتغيرات، واستخدام التحليل العاملي لتقليص المتغيرات المورفومترية إلى عدد محدود من العوامل التي ترتبط بالمتغيرات الأصلية، وتفسير التباين في الخصائص المورفومترية، والخصائص المورفومترية للشبكات المائية في الأحواض المائية، وطبّق في الدراسة نموذج تحليل الخصائص المورفومترية في حساب وتحديد أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، وكذلك استُخدمت مُتغيّرات مورفومترية أخرى، فيما يُعْرف بطريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية لتقدير قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة في بعض الأحواض المختارة.

ومن أهم النتائج التي توصّلت إليها الدراسة: عِظم تأثير الخصائص الطبيعية للأحواض المائية الغورية، وأحواض البحر الميت، وأحواض وادي عربة، وأحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية في خصائصها المورفومترية، إذ يظهر هذا التأثير في ارتفاع قيم معدل نسبة التشعب، وانخفاض قيم كثافة التصريف، والتكرار النهري، والجريان الصفائحي في هذه الأحواض، وكذلك أمكن تحديد أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، بهدف القيام بمشاريع صيانة التربة في الأراضي المرتفعة، إضافة إلى تحديد درجة قابلية الأحواض المائية الفرعية للفيضانات الوامضة في بعض الأحواض المائية، وتوصّلت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص الطبيعية، والخصائص المورفومترية للأحواض المختارة.

الفصل الأول

الإطار النظري للدراسة

1.1 - المقدمة

2.1 - مشكلة الدراسة

1. 3- فرضيات الدراسة

1. 4- أهمية الدراسة ومبرراتها

1. 5- أهداف الدراسة

1. 6- منهجية الدراسة

1. 7- الدراسات السابقة

1. 8 - تنظيم الدراسة

الفصل الأول

الإطار النظري للدراسة

1.1- المقدمة:

تعد الدراسات المورفومترية للأحواض المائية من الدراسات الجيومورفولوجية الهامة، لاسيما وأن الحوض المائي يُمثل وحدة مساحية تضم مجموعة من الخصائص التي يمكن قياسها، وتحليلها، وتصنيفها، وعَرّف Strahler (1969) الدراسات المورفومترية بأنها علم قياس الخصائص الهندسية لسطح الأرض الناتجة عن التعرية النهرية .

فيما أشارت Morisawa (1968) إلى أن الدراسات المورفومترية تعني التحليل العددي لشكل سطح الأرض، وتحديد العلاقات الرياضية بين الطبوغرافية، وشبكات التصريف المائي؛ لذلك فإن الدراسات المورفومترية خاصةً تلك التي تعتمد على استخدام تقنية الاستشعار عن بعد، وتقنية نظم المعلومات الجغرافية، تمثل أداة فعالة لفهم وتحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية، وفهم وتحليل الخصائص المورفومترية المتعلقة بشبكة التصريف المائية في تلك الأحواض، والربط بين هذه الخصائص، وبين العوامل الطبيعية: الجيولوجية، والمناخية والغطاء النباتي، والتربة، وتحديد مدى مساهمتها في تشكيل وتطور الأحواض المائية وشبكاتها التصريفية، إضافةً إلى ذلك فإنّ الدراسات المورفومترية للأحواض المائية تُعد ذات أهمية كبيرة في بيئةٍ شبه جافّة مثل الأردن، تُعاني من قلة الموارد المائية؛ لِما تُوفّره من قاعدة بيانات هامّة للدراسات الخاصة بالتربة، والموارد المائية، والدراسات الجيولوجية، والبيئية، والدراسات التنموية المختلفة.

وتتناول هذه الدراسة تسعة أحواض مائية في الأردن، تمّ اختيارُها بطريقة العينة العشوائية الطبقية من مناطق مختلفة في الأردن، وتم تقسيمُها حسب مصبّاتها إلى مايلي:

ـ الأحواض الغورية: وهي تلك التي تصب في نهر الأردن، وتتمثل في حوض نهر الزرقاء، وحوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين.

ـ أحواض البحر الميت: وهي تلك التي تصب في البحر الميت، وتتمثل في حوض وادي الموجب ـ الوالة، وحوض وادي الكرك.

ـ أحواض وادي عربة: وهي تلك التي تنتهي إلى وادي عربة وتتمثل في حوض وادي الركية ـ الأحيمر، وحوض وادي اليُتم.

ـ أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية: وهي تلك التي تصب في المنخفضات الصحراوية الداخلية، وتتمثل في حوض وادي جرذان الذي يصب في منخفض الجفر، وحوض وادي راجل الذي يصب في منخفض الأزرق.

وتسعى هذه الدراسة إلى دراسة الخصائص الطبيعية، وحساب ودراسة وتحليل الخصائص المورفومترية باستخدام تطبيقات الاستشعار عن بُعد Remote sensing (R.S) ، ونُظم المعلومات الجغرافية Geographical Information System (GIS)، للأحواض المائية المختارة ، وتحليل العلاقات القائمة بين الخصائص الطبيعية والمورفومترية من جهة، والعلاقات القائمة فيما بين الخصائص المورفومترية مع بعضها من جهة أخرى، إضافة إلى حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، وكذلك تقدير قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة Flash floods في بعض الأحواض المائية المختارة.

2.1- مشكلة الدراسة:

تكمن مشكلة الدراسة في تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة، وتحليل العلاقات القائمة بين هذه الخصائص مع بعضها، والعلاقات بينها وبين خصائص تلك الأحواض الطبيعية، وتحديد أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، وتقدير قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة في بعض الأحواض المائية المختارة، باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد، ونظم المعلومات الجغرافية، ويمكن تلخيص تساؤلات الدراسة فيما يلي:

1- هل يوجد اختلاف في الخصائص الطبيعية ـ الجيولوجية، والمناخية (الأمطار)، والتربة، والغطاء النباتي الطبيعي ـ للأحواض المائية المختارة؟

2- هل يوجد اختلاف في الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة؟

3- هل يوجد علاقة بين الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة، وخصائصها الطبيعية؟

4- ما نوع العلاقات بين الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة؟

5- ما مستويات أولويات أحواض الرتبة الثالثة في بعض الأحواض المائية المختارة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه؟

6- ما قابلية الأحواض الفرعية في بعض الأحواض المائية المختارة للفيضانات الوامضة ؟

1. 3- فرضيات الدراسة:

ترتبط فرضيات الدراسة ارتباطًا مباشرًا بالتساؤلات آنفة الذكر، وتتمثل هذه الفرضيات في الآتي:

1- يوجد اختلاف في الخصائص الطبيعية - الجيولوجية، والمناخية (الأمطار)، والتربة، والغطاء النباتي الطبيعي - للأحواض المائية المختارة.

2- يوجد علاقة بين الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة، وخصائصها الطبيعية.

3- يوجد اختلاف في الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة.

4- تتنوع العلاقات القائمة بين الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة.

5- تختلف مستويات أولويات أحواض الرتبة الثالثة في بعض الأحواض المائية المختارة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه.

6- تختلف قابلية الأحواض الفرعية في بعض الأحواض المائية المختارة للفيضانات الوامضة.

1. 4- أهمية الدراسة ومبرّراتها :

تُعد الأحواض المائية في المناطق شبه الجافة، والجافة، من أهم الظاهرات الجيومورفولوجية؛ لأنها تُشكل موردًا هامًا من الموارد المائية في تلك المناطق، إذا تمّ إدارتها بشكلٍ جيد، ومن هنا تبرز أهمية هذه الدراسة في كونها تقوم على تحليل مورفومتري تطبيقي لنماذج من الأحواض المائية في الأردن، باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد ونُظم المعلومات الجغرافية، إذْ يمكن الاستفادة من نتائج التحليل المورفومتري ونتائج الدراسة في العديد من الدراسات المتعلقة بالموارد المائية، والإدارة البيئية، والدراسات التنموية، والأنشطة البشرية المختلفة.

ومن أهم أسباب اختيار الموضوع و مبرّرات الدراسة ما يلي:

1 - قلة الدراسات المورفومترية المحلية التي تعتمد على استخدام تقنية الاستشعار عن بُعد، ونظم المعلومات الجغرافية، في تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية، وأهميتها في تقييم الموارد المائية، والأخطار البيئية مثل انجراف التربة، والفيضانات.

2 ـ الإسهام في توفير قاعدة بيانات جغرافية عن الأحواض المائية المختارة، تفيد في إدارة وتنمية الموارد المائية، والتعامل مع المخاطر البيئية في تلك الأحواض.

3 ـ إمكان تعميم نتائج هذه الدراسة على الأحواض المائية الأخرى في المرتفعات والبادية الأردنية التي تتشابه معها في الخصائص الطبيعية .

1. 5ـ أهداف الدراسة:

تهدف هذه الدراسة إلى تحقيق مايلي:

1ـ تحليل الخصائص الطبيعية، الجيولوجية، والمناخية، والتربة، والغطاء النباتي، للأحواض المائية المختارة، وأثرها على الخصائص المورفومترية، وعلى الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بشبكات التصريف المائية في تلك الأحواض .

2ـ استخراج وحساب قيم الخصائص، أو المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة.

3ـ تحليل العلاقات القائمة ما بين الخصائص الطبيعية والخصائص المورفومترية، في الأحواض المائية المختارة.

4ـ تحليل الإحصائي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة وذلك على النحو الآتي:

ـ تحليل علاقات الارتباط بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة .

ـ تحليل الانحدار المتعدد التدريجي للمتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة .

ـ تطبيق التحليل العاملي بهدف تقليص المتغيرات المورفومترية إلى عدد محدود من العوامل المورفومترية، وتفسير تلك العوامل.

5ـ حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في بعض الأحواض المائية المختارة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه.

6ـ تقدير قابلية الأحواض الفرعية في بعض الأحواض المائية المختارة للفيضانات الوامضة.

7ـ إنشاء خرائط رقمية دقيقة للأحواض المائية المختارة، توضح حدود هذه الأحواض، وشبكات التصريف المائي فيها، وخصائصها المورفومترية، والطبيعية، باستخدم نُظم المعلومات الجغرافية اعتمادًا على نماذج الارتفاع الرقمي (ASTER DEM)، واستخدام الاستشعار عن بُعد اعتمادًا على المرئيات الفضائية.

8- إنشاء أو تكوين قاعدة بيانات جغرافية للخصائص الطبيعية، والمورفومترية للأحواض المائية المختارة، تساهم في تحسين إدارة مواردها، ويستفاد منها في العديد من الدراسات الأخرى.

1. 6- منهجية الدراسة:

1. 1.6- اتبعت هذه الدراسة **المنهج التحليلي الكمي** في تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة، وذلك باستخدام تقنية الاستشعار عن بُعد، ونظم المعلومات الجغرافية، اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) الخاص بكل حوض من الأحواض في استخراج المتغيرات التالية: محيط الحوض ـ حدوده ـ ومساحته، وطوله، وارتفاعه، وانحداره، واستخلاص شبكة المجاري المائية في الحوض، وتحديد عدد المجاري المائية، وطولها، ورتبة الحوض النهرية باستخدام طريقة Strahler (1957) ، إضافة إلى استخدام المعادلات الرياضية في حساب قيم المتغيرات المورفومترية الأخرى الداخلة في هذه الدراسة، بناءً على دراسات الروّاد مثل Horton ،Schumm ، Strahler ، وغيرهم.

1. 2.6- البيانات المستخدمة في الدراسة: ـ تشمل البيانات المستخدمة في هذه الدراسة الآتي:

1- المصادر، والمراجع المكتبية، والدوريات العلمية، والتقارير المنشورة وغير المنشورة ذات العلاقة بموضوع الدراسة.

2- بيانات عن كميات الأمطار السنوية خلال الفترة من 1985 - 2014 لعدد 130 محطة مطرية في الأردن (سلطة المياه الاردنية).

3- الخرائط الطبوغرافية وتشمل:

ـ خريطة عمان: مقياس 1 : 250000 .

ـ خريطة الكرك: مقياس 1 : 250000 .

ـ خريطة معان: مقياس 1 : 250000 .

ـ خريطة الأزرق: مقياس 1 : 250000 .

4- خريطة جيولوجية للأردن مقياس 1 : 250000 (Bender,1968) (سلطة المصادر الطبيعية) .

5- خريطة التربة للأردن مقياس 1 : 2000000 (المركز الجغرافي الملكي الاردني).

6- خريطة الغطاء النباتي للأردن مقياس 1 : 2000000 (المركز الجغرافي الملكي الاردني).

7- نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) بدقة تمييزية 30 متر من بيانات القمر الصناعي ASTER للعام 2014 وفق اللوحات التالية :

1 - ASTGTM_N29E34
2 - ASTGTM_N29E35
3- ASTGTM_N30E35
4- ASTGTM_N30E36
5- ASTGTM_N31E35
6 - ASTGTM_N31E36
7- ASTGTM_N31E37
8 - ASTGTM_N32E35
9- ASTGTM_N32E36
10 - ASTGTM_N32E37

8- مرئيات فضائية للقمر الصناعي Landsat-8 بتاريخ مايو (5) 2014 بقدرة تمييزية 30 متر تغطي مناطق الأحواض المائية المختارة وفق الآتي:

1- N29E34_ Landsat-8 ,2014
2- N29E35_ Landsat-8 ,2014
3- N30E35_ Landsat- 8,2014
4- N30E36_ Landsat-8 ,2014
5- N31E35_ Landsat-8 ,2014
6- N31E36_ Landsat-8 ,2014
7- N31E37_ Landsat- 8 ,2014
8 - N32E35_ Landsat- 8 ,2014
9- N32E36_ Landsat-8 ,2014
10- N32E37_ Landsat-8 ,2014

ويحتوي Landsat-8 على 11bands يمكن توضيحها على النحو التالي:

Band	Resolution	Wavelength (µm)	Description
1	30m	0.433 - 0.453	Coastal/Aerosol
2	30m	0.450 – 0.515	Blue
3	30m	0.525 – 0.600	Green
4	30m	0.630 – 0.680	Red
5	30m	0.845 – 0.885	Near Infrared
6	60m	1.560 – 1.660	Short-wave Infrared
7	30m	2.100 – 2.300	Short-wave Infrared
8	15m	1.360 – 1.390	Panchromatic
9	30m	0.52 - 0.90	Cirrus
10	100m	10.6 - 11.19	Thermal Infrared
11	100m	11.5 - 12.51	Thermal Infrared

3.6 .1- تحليل وتبويب البيانات، وإعداد الخرائط المطلوبة، باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وذلك من خلال الآتي:

1- تمّ تصحيح نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) وإجراء ما يُعرف بعملية (Mosaicking) حسب اللوحات الخاصة بكل حوض، ثم تحويلها إلى نظام الإحداثيات (WGS_1984_ UTM_ ZONE_ 36N)، لتحديد حدود كل حوض من الأحواض المائية المختارة باستخدام أداة (hydrology-Watershed) في برنامج(Arc GIS10.1) ، إذ تمّ رسم خريطة الأساس لكل حوض حسب نظام الإحداثيات المذكور آنفًا، وكذلك تحديد مساحته، واستخلاص شبكة التصريف المائية فيه، وتحديد رتبته النهرية وفقًا لطريقة (Strahler1957)، إضافة إلى إجراء القياسات التي يمكن حسابها مباشرةً من برنامج (Arc GIS10.1) مثل محيط الحوض، وطوله، وارتفاعه، وانحداره، وعدد المجاري المائية، وطولها، وحساب قيم المتغيرات المورفومترية الأخرى، بناءً على الطرق والمعادلات الرياضية المتّبعة في هذا الشأن.

2- إعداد الخرائط الجيولوجية للأحواض المائية المختارة، وذلك عن طريق تحويل الخريطة الجيولوجية للأردن (Bender,1968) من خريطة ورقية إلى خريطة رقمية عن طريق الماسح الضوئي Scanner، ثم استخدام برنامج (Arc GIS10.1) في عملية تعريفها حسب نظام الإحداثيات (WGS_1984_ UTM_ ZONE_ 36N)، وذلك لغرض تحديد وتصنيف التكوينات الجيولوجية، والبنية الجيولوجية في كل حوض من الأحواض المائية المختارة.

3- إعداد خرائط التوزيع المكاني لمتوسطات الأمطار السنوية في الأحواض المائية المختارة، وذلك عن طريق إدخال طبقة رئيسية تحتوي على إحداثيات عدد 130 محطة مطرية في الأردن، ومتوسط الأمطار السنوي في كل محطة من هذه المحطات، خلال الفترة من 1984- 2014 إلى برنامج (Arc GIS10.1) وحُدّد نظام إحداثياتها وفقًا لنظام الإحداثيات (WGS_1984 _UTM_ ZONE_ 36N)، ثُم استخدام (Raster Interpolation) وإجراء (Kriging) للحصول على المطلوب.

4- إعداد خرائط التربة للأحواض المائية المختارة، وذلك بأن حُوّلت خريطة التربة للأردن من خريطة ورقية إلى خريطة رقمية بواسطة الماسح الضوئي Scanner ثم أُدخلت إلى برنامج (Arc GIS10.1) وعُرّفت حسب نظام الإحداثيات (WGS_1984_ UTM_ ZONE_ 36N) لأجل تحديد وتصنيف أنواع الترب في كل حوض من هذه الأحواض، وتحديد مساحاتها التي تشغلها، ونسبتها من مساحة كل حوض .

5- إعداد خرائط الغطاء النباتي الطبيعي للأحواض المائية المختارة، من خلال تحويل خريطة الغطاء النباتي الطبيعي من خريطة ورقية إلى خريطة رقمية عن طريق الماسح الضوئي Scanner ثم أُدخلت إلى برنامج (Arc GIS10.1) وعُرّفت حسب نظام الإحداثيات (WGS_1984 _UTM_ ZONE_ 36N)، من أجل الوصول إلى تصنيف الغطاء النباتي الطبيعي في هذه الأحواض.

6- لضمان تغطية كل منطقة الحوض، تمّ عمل ما يُعرف بـ (Mosaicking) للمرئيات الفضائية الخاصة بكل حوض من الأحواض المائية المختارة، وتعريفها (georeferencing) وفقًا لنظام الإحداثيات (WGS_1984 _UTM_ ZONE_ 36N)، وتمّ استخدام دليل الاختلافات الخضرية الطبيعي (NDVI) في برنامج (ENVI4.2) وذلك لغرض تحديد مناطق النباتات، وتوزعها في كل حوض من الأحواض المختارة.

7- التحليل الإحصائي للمتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة، باستخدام رُزمة برنامج التحليل الإحصائي للعلوم الاجتماعية SPSS وذلك على النحو التالي:

- تحليل علاقة الارتباط بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة.

- تحليل الانحدار المتعدد التدريجي للمتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة.

- التحليل العاملي لغرض تقليص المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة إلى عدد من العوامل وتفسيرها.

ـ تحديد وحساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في بعض الأحواض المائية المختارة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، وذلك باستخدام نموذج تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية.

ـ تقدير قابلية الأحواض الفرعية في بعض الأحواض المائية المختارة للفيضانات الوامضة، وذلك باتباع طريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية Morphometric ranking method، (Pradhan, 2010; Youssef, et al 2009)

1. 7- الدراسات السابقة:

ـ دراسة (سلامة،1980) :

اهتمت هذه الدراسة بتحليل الخصائص المورفومترية الرئيسية للأحواض المائية في الأردن، ومن خلال دراسة علاقات الارتباط القائمة بين هذه الخصائص من جهة، وبين الظروف الطبيعية المحيطة من جهة أخرى، توصّلت الدراسة إلى محدودية التفاوت في معظم الخصائص الحوضية المدروسة، كالكثافة التصريفية، ورتبة الحوض، واستدارته، واستطالته، في حين كان التباين كبيرًا في بعض الخصائص الأخرى، كمساحة الحوض، ونسبة التضرس.

ـ دراسة (التوم ، 1990):

في هذه الدراسة تمّ تحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي الرميمين، على مستوى كل رتبة من الرّتب النهرية، وعلى مستوى الرتب النهرية مجتمعة، وعلاقاتها المتبادلة، وخلُصت الدراسة إلى تصنيف الأحواض المائية في الرتب المختلفة في ذلك الحوض إلى مجموعات، بناءً على تشابه خصائصها المورفومترية .

ـ دراسة (البلوشي ، 1997) :

اهتمت هذه الدراسة بتحليل الأشكال الأرضية الكبرى والصغرى، المتمثلة في كويستا رأس النقب، وخصائصها المورفولوجية، والمورفومترية، ونشأتها، ومراحل تطوّرها الجيومورفولوجي والعمليات الجيومورفولوجية المؤثرة فيها، وأظهرت الدراسة من خلال التحليل المورفومتري والإحصائي احتواء المنطقة المدروسة على مجموعتين من الأحواض المائية، تختلف عن بعضهما في الخصائص المساحية، والشكلية، والتضاريسية، وفي خصائص الشبكة المائية، وأوضحت الدراسة أيضًا احتمالية تعرّض المنطقة إلى أخطار الفيضانات الفجائية، وأخطار الانزلاقات الأرضية.

ـ دراسة أبوسليم (2009)

اهتمت الدراسة بالمعطيات الطبيعية المؤثرة في ظاهرة الفيضانات في وادي جرذان، من خلال تحليل الخصائص الطبيعية للحوض، والخصائص المورفومترية، والخصائص الهيدرولوجية، والنباتية، ودورها في زيادة حدّة الفيضانات واستمراريتها، وخلُصت الدراسة إلى العديد من النتائج من أهمها: زيادة احتمالية حدوث الفيضانات، وتكرارها في الروافد الفرعية للوادي، مع زيادة رتبتها.

ـ دراسة علاجي (2010) :

استخدمت هذه الدراسة برنامج نظم المعلومات الجغرافية، ونموذج الارتفاع الرقمي DEM، وتوصلت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص المورفومترية في حوض وادي يلملم، والوصول إلى مدلولاتها الهيدرولوجية، وفهم حركة المياه على سطح الأرض، عن طريق تحليل الارتباط بين الخصائص المورفومترية وبعض المتغيرات الهيدرولوجية .

ـ دراسة (النفيعي، 2010) :

اهتمت هذه الدراسة بتقدير الجريان السطحي، ومخاطره السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنة، شرق مكة المكرمة، باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وقد حددت الدراسة الجريان السطحي في المنطقة المدروسة ضمن ثلاثة مستويات مكانية، وكذلك توصلت إلى تحديد الأماكن الأكثر عرضة للسيول التي بلغ عددها 11 موقعًا في الحوض المدروس .

ـ دراسة (جاري ، عبد الحسين ،2011) :

وهي دراسة في الجيومرفولوجيا التطبيقية، وفيها تم تحليل الخصائص المورفومترية لوادي الزعفران شمال محافظة ميسان (العراق) باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وقد خلصت الدراسة إلى جملة من التوصيات من أهمها: ضرورة إنشاء محطات هيدرولوجية في منطقة الدراسة، بهدف تقدير كمية الصرف المائي، والاستفادة من المياه في المشاريع التنموية .

ـ دراسة (أبوالشواشي ، 2012):

تتناول هذه الدراسة تقييم الأراضي والموارد الطبيعية قي البادية الجنوبية في المملكة الأردنية، باستخدم تقنيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، إضافة إلى أساليب التحليل

الإحصائي، وتمّ فيها تحليل الخصائص المورفومترية لمجموعة من الأحواض المائية الواقعة في منطقة الدراسة، وعلى أساس هذا التحليل المورفومتري لتلك الأحواض، تمّ تحديد مساحة الأراضي المعرضة للفيضانات.

- دراسة (سلوم ،2012) :

تهتم هذه الدراسة بتحليل الخصائص المورفومترية لحوض وادي قنديل شمال غرب سوريا، وأوضحت الدراسة أنّ كثافة المجاري المائية، وأعدادها اختلفت تبعًا لاختلاف طبيعة وأنواع الصخور، وبيّنت الدراسة أنّ اتجاهات المجاري المائية في الحوض ترتبط ارتباطًا وثيقًا باتجاهات الصدوع .

- دراسة (حمدون ، الدغستاني، 2012) :

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف المائية لمجموعة من الأحواض المائية في منطقة دهوك شمال العراق، باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، وخلصت الدراسة إلى تحديد الخصائص المورفومترية على شكل معطيات رقمية تُبين مقدار الكثافة التصريفية في تلك الأحواض، واقترحت الدراسة موقعًا لإنشاء سدّ آخر لتجميع مياه الأمطار .

- دراسة (أبوحصيرة 2013):

طبّقت هذه الرسالة نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء في فلسطين، من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي، بهدف تحليل الخصائص المورفومترية لهذا الحوض، وتوصلت هذه الدراسة إلى تحليل هذه الخصائص، وبناء قاعدة بيانات لها، والوصول إلى مدلولها الجيومورفولوجي.

- دراسة (Al seud.2009):

تناولت هذه الدراسة التحليل المورفومتري لنظام التصريف المائي بوادي أرن Aurnah غربي شبه الجزيرة العربية، باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وتوصلت الدراسة إلى تقييم الخصائص الهيدرولوجية، وتقدير كمية الجريان السطحي، ووضع حلول للتقليل من آثار الفيضانات.

- دراسة (Youssef, and Pradhan. 2010) :

استخدمت هذه الدراسة نظم المعلومات الجغرافية بالاعتماد على الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي فيرين في جنوب سيناء، لتقدير قابلية هذه الأحواض لمخاطر الفيضان، وذلك بتطبيق طريقة (Pradhan,2010; Youssef,et al.2009) وتمّ في هذه الدراسة تقدير قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات، ومدى خطورتها على الطرق.

- دراسة (Mishra, and Nagarajan. 2010) :

في هذه الدراسة تم تقسيم حوض وادي Odisha في الهند إلى 12 حوض فرعي، وتمّ تحليل خصائصها المورفومترية، باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، وتوصلت الدراسة إلى أن هناك اختلاف في الكثافة التصريفية بين الأحواض الفرعية وهي منخفضة في العموم، وأوصت الدراسة بضرورة أخذ التدابير اللازمة لحفظ التربة من الانجراف في منطقة الدراسة.

- دراسة (Pareta, and Pareta.2011):

تهدف هذه الدراسة لوضع خطة لتحسين إدارة الموارد المائية في الأحواض الفرعية في حوض وادي يامان Yamuna في الهند، من خلال تحليل الخصائص المورفومترية المساحية، والشكلية، والتضاريسية، والخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية لهذه الأحواض، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي، ومن خلال تحليل عدد 85 متغيرًا مورفومتريًا، توصلت هذه الدراسة إلى تقييم الموارد المائية في الأحواض الفرعية، ووضع خطة لتحسين إدارة هذه الموارد.

- دراسة (Koshak , and Dawod.2011) :

استخدمت هذه الدراسة تقنية الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، ونموذج الارتفاع الرقمي في استخراج قيم الخصائص المورفومترية، وتحليلها لعدد 6 أحواض مائية داخل مكة

المكرمة لتحديد درجة حساسيتها للفيضانات، وتوصلت الدراسة إلى أن الأحواض المائية الصغيرة من أكثر الأحواض المائية عرضة للفيضانات الخطرة في مكة المكرمة.

- دراسة (Altin, and Altin.2011) :

اهتمت هذه الدراسة بتحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية الواقعة في وسط الأناضول في تركيا، لتحديد مدى حساسية هذه الأحواض للفيضانات بناءً على المتغيرات المورفومترية، وتوصلت الدراسة إلى أن مناطق الهضاب أكثر عرضة للفيضانات من السهول.

- دراسة (Jasrotia, et al .2012):

هذه الدراسة بعنوان التحليل المورفومتري والهيدرولوجي لتحديد مناطق المياه الجوفية المحتملة في غربي وادي Doon في الهند، وخلصت الدراسة إلى احتمالية وجود مياه جوفية، وبكميات متوسطة في الأجزاء السفلية من حوض وادي Doon ، بينما تنخفض احتمالية وجود المياه الجوفية بشكل كبير في الأجزاء العليا منه .

- دراسة (Tolessa, and Rao ,2013):

اهتمت هذه الدراسة برسم خرائط لمناطق الفيضانات في حوض نهر Tandava في الهند، وخلصت هذه الدراسة إلى أن المناطق السفلية من الحوض، هي المناطق الأكثر عرضة لأخطار الفيضانات.

- دراسة (Nayar, and Natarajan.2013):

تتضمن هذه الدراسة تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض Kosasthalaiyar في الهند، وخلُصت هذه الدراسة إلى انخفاض كثافة التصريف في هذه الأحواض، بسبب عظم نفاذية صخورها، وتوصلت هذه الدراسة لاقتراح جملة من التدابير بهدف تحسين عمليات التخزين السطحي للمياه.

- دراسة (Kinthada, et al. 2013):

استخدمت هذه الدراسة تقنية الاستشعار عن بُعد، ونظم المعلومات الجغرافية في تحليل الخصائص المورفومترية والتقييم الهيدرولوجي للأحواض المائية الصغيرة في حوض نهر سارادا Sarada، وتوصلت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات مورفومترية لعدد 60 حوض مائي صغير، وأثبتت أهمية وفاعلية تقنية الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في التقييم الهيدرولوجي، وفي التخطيط لإدارة الأحواض المائية الصغيرة.

- دراسة (Patel, et al. 2013):

اعتمدت هذه الدراسة على استخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، في استخراج وتحليل الخصائص المورفومترية لعدد 10 أحواض مائية صغيرة من حوض وادي Malesari في الهند، وبتطبيق نموذج تحليل الخصائص المورفومترية في حساب أولويات الأحواض المائية الصغيرة، من حيث انجراف التربة، ومدى حاجتها للسدود التعويقية لتجميع المياه، وتوصلت الدراسة إلى تحديد أولويات هذه الأحواض، ووضع خطة لإدارة مواردها .ناتها.

- دراسة (Amani, and Safaviyan .2015) :

تتضمن هذه الدراسة حساب أولويات الأحواض الفرعية في حوض Lohender في محافظة كلستان في إيران، من حيث انجراف التربة، وذلك باستخدام الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية، واستخدام الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية، والخصائص المورفومترية الشكلية، وحساب الناتج الرسوبي، وتوصلت الدراسة إلى تحديد الأحواض التي لها الأولوية من حيث انجراف التربة، وبالتالي لها الأولوية في برامج صيانة التربة، وحمايتها من الانجراف.

- دراسة (Farhan, et al. 2015) :

تم في هذه الدراسة تحليل الخصائص المورفومترية المساحية، والشكلية والتضاريسية، والخصائص المورفومترية للشبكة المائية، لحوض وادي الكرك، والأحواض الفرعية به، من خلال تحليل نموذج الارتفاع الرقمي باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، وتوصلت الدراسة إلى عظم تأثّر نمط التصريف المائي في حوض الكرك، وفي أحواضه الفرعية، بالاضطرابات والنشاطات التكتونية، وأظهرت الدراسة وجود أربع مراحل لتجدد الشباب، الأمر الذي نتج عنه نشاط في عمليات التعرية المائية.

ومما تقدم فإن هذه الدراسة تتميز عن الدراسات السابقة بما يلي:

1- اهتمامها بتحليل الخصائص المورفومترية لمجموعة من الأحواض المائية في الأردن، تختلف فيما بينها من حيث الخصائص الجيولوجية، والجيومورفولوجية، والمناخية، ومن حيث مستوى الأساس الجيومورفولوجي مستوى القاعدة، واستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في تحديد الأحواض المائية الرئيسية والفرعية، واشتقاق قيم المتغيرات المورفومترية.

2- إضافة إلى تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة، فإنّ هذه الدراسة تستخدم الخصائص المورفومترية في حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف

وصيانة التربة والمياه، وكذلك تقدير قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة في بعض الأحواض المائية المختارة.

1. 8- تنظيم الدراسة: جاءت هذه الدراسة في ثمانية فصول على النحو التالي:

الفصل الأول: الإطار النظري للدراسة ويتضمن مشكلة الدراسة، وتساؤلاتها، وفرضياتها، وأهميتها، وأهدافها، ومنهجيتها، والدراسات السابقة.

الفصل الثاني: يتناول الخصائص الطبيعية للأحواض المائية المختارة، من حيث مواقع هذه الأحواض، وخصائصها الجيولوجية، والمناخية، واالتربة، والغطاء النباتي الطبيعي.

الفصل الثالث: المتغيرات المورفومترية وطرائق حسابها، ويتناول هذا الفصل مفهوم كل متغير من المتغيرات المورفومترية الداخلة في هذه الدراسة، والمعادلات الرياضية المتبعة في حسابها.

الفصل الرابع: تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة، ويتناول هذا الفصل تحليل الخصائص المورفومترية المساحية، والشكلية، والتضاريسية، والخصائص المورفومترية للشبكة المائية في هذه الأحواض.

الفصل الخامس: التحليل الإحصائي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة، ويتناول هذا الفصل تحليل الارتباط، والانحدار المتعدد التدريجي، والتحليل العاملي .

الفصل السادس: أولويات أحواض الرتبة الثالثة في أحواض وادي شعيب، ووادي الكرك، ووادي الركية ـ الأحيمر من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، ويتناول هذ الفصل حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في هذه الأحواض، من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، باستخدام نموذج تحليل الخصائص المورفومترية.

الفصل السابع: تقدير قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة في أحواض: وادي الكفرين، ووادي اليُتم، ووادي راجل، ويتناول هذا الفصل حساب قابلية هذه الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة، باستخدام طريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية (Pradhan,2010; Youssef, et al.2009) .

الفصل الثامن: النتائج والتوصيات .

الفصل الثاني

الخصائص الطبيعية للأحواض المائية المختارة

2 .1- الأحواض المائية ومساحتها

2 .2 - الخصائص الجيولوجية

2 .3 - الخصائص المناخية

2 .4 - التربة

2 .5- النبات الطبيعي

الفصل الثاني

الخصائص الطبيعية للأحواض المائية المختارة

2 . 1 ـ الأحواض المائية ومساحتها:

تتمثل هذه الأحواض في تسعة أحواض مائية في الأردن (شكل1)، وتبلغ مساحتها الكلية حوالي 20175.992كم^2، وقد قسمت حسب مصباتها على النحو التالي:

1 ـ الأحواض الغورية:

يقصد بالأحواض الغورية تلك التي تصب في نهر الأردن، وهي من الشمال إلى الجنوب: حوض نهر الزرقاء وتبلغ مساحته 4895.112كم^2، وحوض وادي شعيب، وتبلغ مساحته 177.800كم^2، وحوض وادي الكفرين، ومساحته 189.830كم^2 .

2 ـ أحواض البحر الميت:

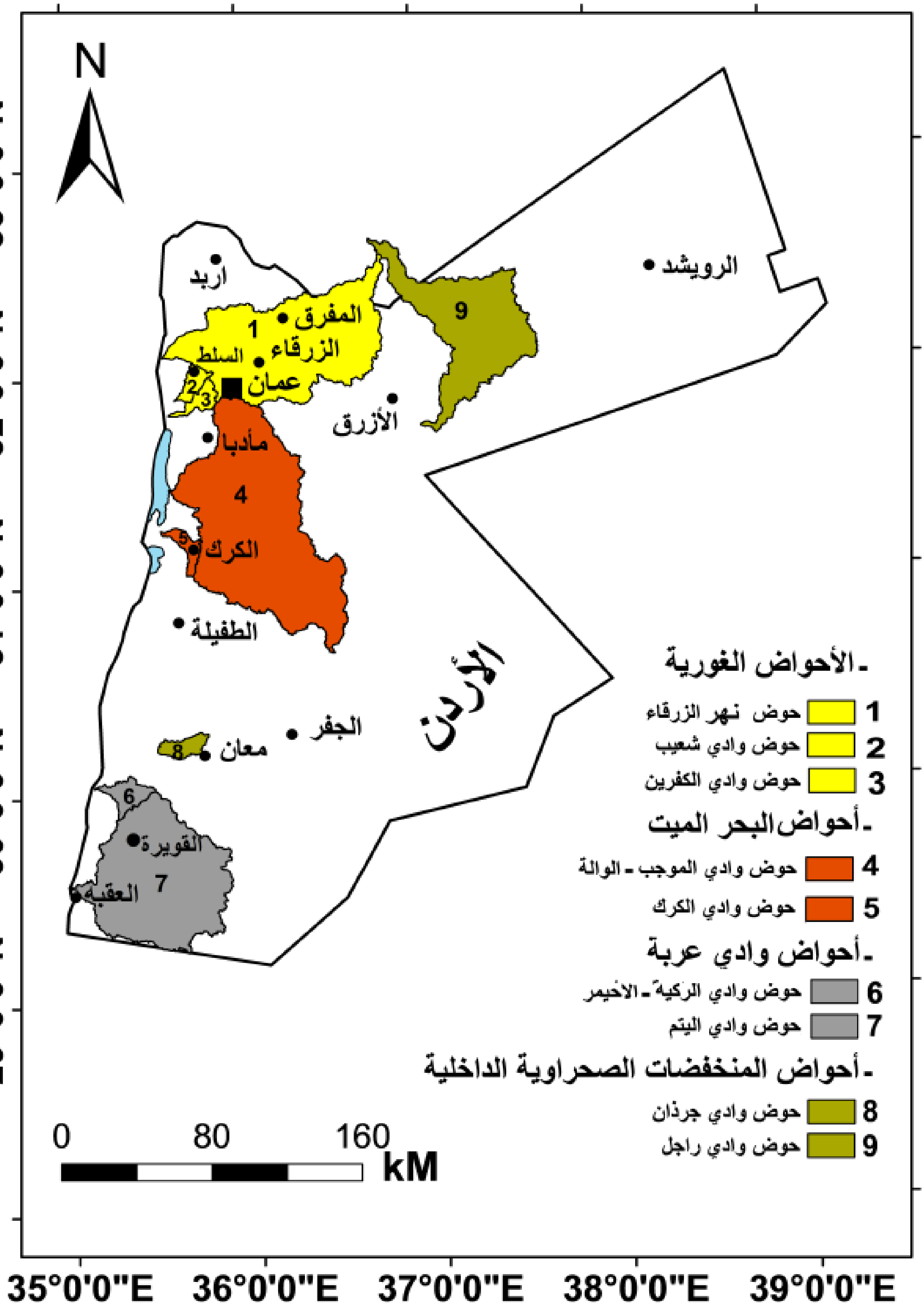
ويقصد بها الأحواض التي تصب في البحر الميت، وهي: حوض وادي الموجب ـ الواله وتبلغ مساحته 6571.290كم^2، وحوض وادي الكرك، وتبلغ مساحته 190.900كم^2 .

3 ـ أحواض وادي عربة:

وهي تلك الأحواض التي تنتهي إلى وادي عربة، وتشمل حوضيْ: وادي الركية ـ الأحيمر البالغة مساحته 286.870كم^2، ووادي اليُتم، وتبلغ مساحته 4430.500كم^2.

4 ـ أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية :

وهي تلك الأحواض التي تصب في المنخفضات الصحراوية الداخلية، وهما حوضا: وادي جرذان الذي ينتهي إلى منخفض الجفر، وتبلغ مساحته 220.060كم^2، ووادي راجل الذي يصب في منخفض الأزرق، وتبلغ مساحته 3213.930كم^2.



شكل (1) موقع الأحواض المائية المختارة

2 . 2 ـ الخصائص الجيولوجية:

تتناول الخصائص الجيولوجية للأحواض المائية المختارة دراسة التكوينات الصخرية، والبنية الجيولوجية، والخصائص التكتونية، وتأتي أهمية دراسة هذه الخصائص في كونها تؤثر بشكل مباشر في خصائص الأحواض المورفومترية: المساحية، والشكلية، والتضاريسية، والشبكة المائية؛ ويمكن دراسة الخصائص الجيولوجية للاحواض المختارة على النحو التالي:

2 . 2 . 1 ـ التكوينات الصخرية:

تتفاوت التكوينات الصخرية في أحواض الدراسة من حيث النوع والعمُر، حيث تنكشف في هذه الأحواض تكوينات صخرية، تعود إلى أزمنة وعصور جيولوجية مختلفة، ابتداءً من زمن ما قبل الكمبري إلى الرّباعي والحديث، وفيما يلي هذه التكوينات الصخرية من الأقدم إلى الأحدث:

2 .2 .1 .1 ـ صخور القاعدة : (صخور ما قبل الكمبري) Precambrian

تُمثل صخور القاعدة النهاية الشمالية لما يعرف بالدّرع العربي، إذْ تظهر هذه الصخور في جنوب الأردن بأشكال متباينة من الصخور النارية مثل صخور الجرانيت (عابد،2009)، إضافة إلى الصخور المتحولة التي تظهر على شكل قطاعات صغيرة، مثل: النايس، والشست . (Burdon,1959)

وتظهر هذه الصخور في الأحواض المائية المختارة في أحواض وادي عربة، حيث تنكشف في الأجزاء الجنوبية الغربية، والأجزاء الغربية من حوض وادي اليُتم (شكل 7)، وتُغطي مساحة تقدّر بحوالي 1337.9كم^2 أي: ما يعادل 30.19 % من مساحته الكلية (جدول 1) .

وكذلك تظهر هذه التكوينات في الجزء الجنوبي من حوض وادي الركية ـ الأحيمر في منابع هذا الحوض، وفي الأجزاء الشمالية الغربية بالقرب من المصب (شكل6)،إذ تُغطّي مساحة حوالي 56.13 كم^2، بنسبة 19.56 % من المساحة الإجمالية للحوض (جدول1) .

2 .2 .1 .2 ـ صخور حقبة الحياة القديمة : Paleozoic

من أهم تكويناتها الصخرية التي تظهر في الأحواض المختارة مايلي :

1- صخور العصر الكمبري :Cambrian

وتتألف من التكوينات التالية :

- تكوين سالب : Saleb formation

يعود عُمُر هذا التكوين إلى عصر الكمبري الأسفل، ويصنّف ضمن مجموعة رمّ الرملية (Ram Sandstone Group) ويعادل عند (1974) Bender مجموعة الرواهص الأساس، المتكونة من الحجر الرملي والكونجلوميريت، ويختلف سُمك تكوين سلب من مكان إلى آخر، ويغلب عليه اللون الأصفر البُنّي، كما يظهر بألوان أخرى مثل الأبيض، والأحمر، ويتميّز هذا التكوين بأنه جيد التطبُّق، ويحتوي على نسبة عالية من الفلسبار، والكوارتز المبلور جيد الاستدارة (عابد،1982، 2009) .

- تكوين البُرج :Burj formation

يعود عمُر هذا التكوين إلى أدنى الكمبري الأوسط، و يعادل الحجر الرملي الكُتلي بُنّي التجوية عند (1974) Bender، ويتألّف هذا التكوين في أسفله من حجر رملِي ناعم إلى متوسط الحبيبات، وتَسُوده في الوسط طبقات رقيقة من الطين والغِرين، بينما يظهر في أعلاه الحَصى على شكل مستويات من الكونجلوميرات (عابد،2009).

- تكوين أم عشرين :Um Ishrin fomation

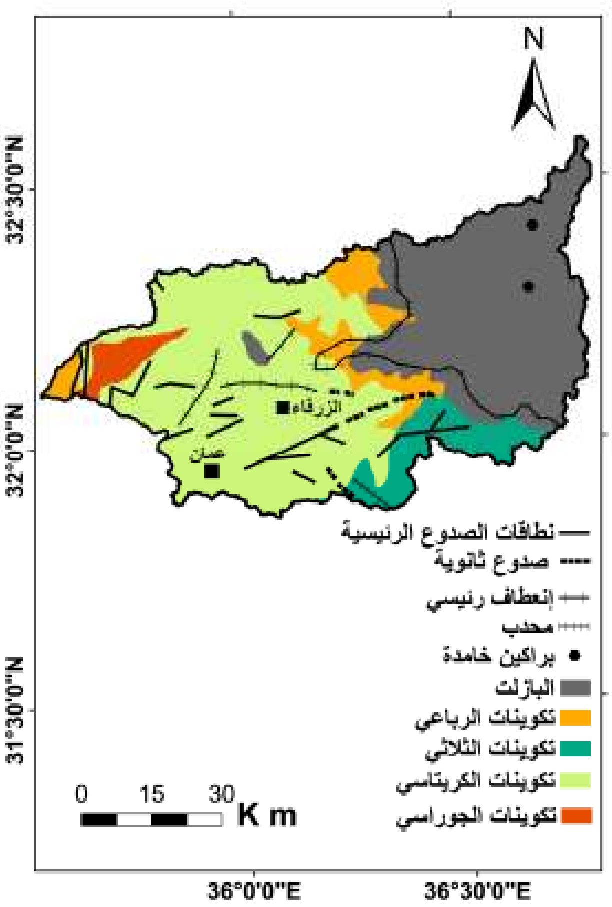
يرجع عمُر هذا التكوين إلى أدنى الكمبري الأوسط، وهو عبارة عن حجر رملي خشن الحُبيْبات في الأجزاء السفلية منه، مع وجود الكوارتز والحَصى، وتكُون الطبقات العُليا من هذا التكوين ناعمة الحبيبات، مع وجود الأحافير بها، ويصل سُمك هذا التكوين في بعض المناطق إلى 350 م (Bandel, and Salameh . 2013) .

وتظهر تكوينات عصر الكمبري في الأحواض المائية المختارة في أحواض وادي عربة في الجزء الأوسط من حوض وادي الركية ـ الأحيمر، على شكل شريط يمتد في اتجاه شمالي جنوبي (شكل6)، وتُغطّي مساحة تقدر بـ 121.64كم^2 أي: ما يعادل 42.40% من إجمالي مساحته (جدول1)، وكذلك في أحواض البحر الميت في حوض وادي الكرك، إذ تُغطي تكوينات عصر الكمبري مساحة 0.7كم^2، أي: ما يعادل 0.04% من مساحته الكلية (شكل 5 ، جدول 1) .

جدول (1) التكوينات الجيولوجية في الأحواض المائية المختارة

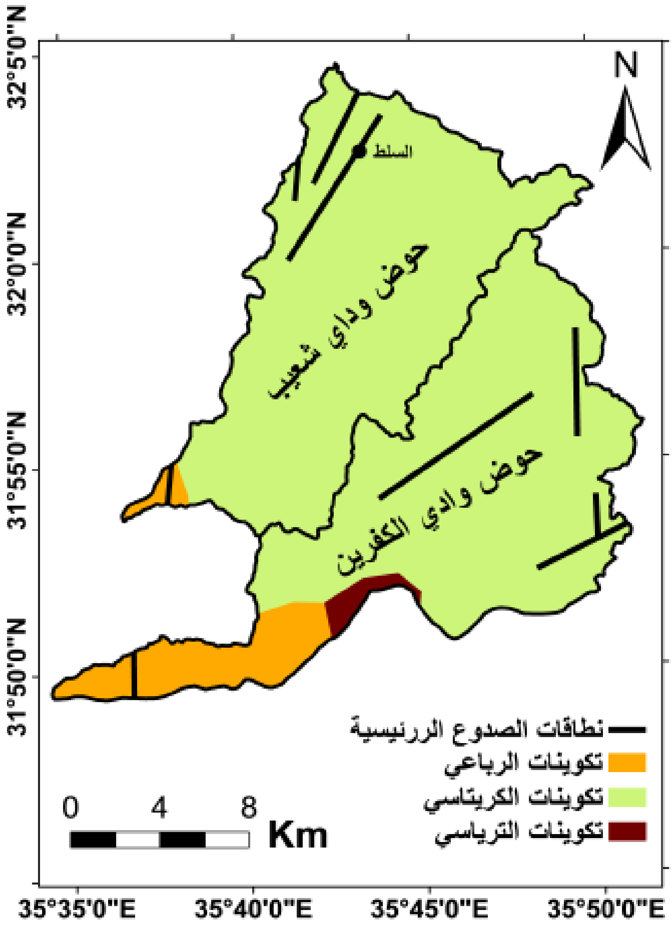
الحقبة	العصر الجيولوجي	الأحواض المائية المختارة																	
		الزرقاء المساحة		شعيب المساحة		الكفرين المساحة		الموجب الوالة المساحة		الكرك المساحة		الركية الأحيمر المساحة		اليتم المساحة		جرذان المساحة		راجل المساحة	
		كم^2	%	كم^2	%	كم^2	%	كم^2	%	كم^2	%	كم^2	%	كم^2	%	كم^2	%	كم^2	%
Cenozoic	**الرباعي**	358.33	7.32	2.94	1.65	26.20	13.80	1714.95	26.09	11.55	6.05	59.83	20.85	1858.62	41.95	114.42	52.00	98.79	3.07
	الثلاثي	375.68	7.67	#	#	#	#	336.50	5.12	#	#	#	#	#	#	#	#	344.37	10.71
Mesozoic	**الكريتاسي**	2236.12	45.68	174.87	98.35	159.99	84.28	4410.59	67.11	178.21	93.35	46.37	16.16	4118	92.00	105.64	48.00	##	##
	الجوراسي	129.89	2.65	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
	الترياسي	#	#	#	#	4.00	2.00	##	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Paleozoic	**السيلوري**	#	#	#	#	#	#	42.00	0.63	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
	الاوردوفيشي	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	2.18	1.04	1188.13	26.81	#	#	#	#
	الكمبري	#	#	#	#	#	#	#	#	0.70	0.04	121.64	42.40	#	#	#	#	#	#
Precambrian ما قبل الكمبري		##	#	#	#	#	#	#	#	#	#	56.13	19.56	1337.90	30.19	#	#	#	#
البازلت		1794.95	36.67	#	#	#	#	67.380	1.02	#	#	#	#	#	#	#	#	*2770.77	86.21

ـ التكوين الجيولوجي : البازلت / الرباعي : رواسب غير متماسكة، كونجلوميريت، مارل ،حجر كلسي / **الثلاثي :** طابشير، مارل، صوان **/ الكريتاسي :** حجر كلسي، حجر رملي، فوسفات، صوان / **الجوراسي :** حجر كلسي حجر رملي / **الترياسي :** حجر رملي وبعض الكربونات / **السيلوري :** حجر رملي / **الاوردوفيشي :** حجر رملي / **الكمبري :** حجر رملي، كونجلوميريت / **ماقبل الكمبري :** صخور نارية .



شكل (2) جيولوجية حوض نهر الزرقاء

المصدر: (Bender,1968)



شكل (3) جيولوجية حوض وادي شعيب وحوض وادي الكفرين

2ـ تكوينات عصر الأوردُوفيشي :

تكوين أم سهم : Um sahm formation

يُعد تكوين أم سهم حجر رملي ناعم إلى خشن الحبيبات، أطلق عليه Bender(1974) اسم الحجر الرملي المُتطبّق بُنّي التجوية، ويظهر هذا التكوين الذي يعود عمُره إلى الأوردوفيشي الأسفل، إلى الجنوب من رأس النّقب إلى الحدود الأردنية السعودية، ويظهر في الأحواض المائية المختارة في أحواض وادي عربة على الأطراف الشرقية من حوض وادي الركية ـ الأحيمر، و تُقدّر المساحة التي يُغطّيها، بحوالي 2.18 كم^2 ، ما يعادل 1.04% من مساحته الكلية (شكل6)، (جدول1)، وكذلك يظهر تكوين أم سهم في حوض وادي اليُتم في أجزائه الشمالية، والشمالية الشرقية، والشرقية (شكل7)، ويُغطي حوالي 1188.13كم^2 ، أي:نسبة 26.81% من المساحة الكلية لهذا الحوض (جدول1).

3. 1. 2. 2 ـ صخورالحِقبة المتوسطة : Mesozoic

تغطي تكوينات عصور الترياسي، والجوراسي، والكريتاسي، مساحات واسعة من الأردن، إذ تظهر هذه التكوينات في الغرب، والشمال الغربي، وتمتد شرقًا، ونحو الجنوب الشرقي إلى الحدود الأردنية السعودية، ويمكن تتَبّع التكوينات الصخرية التابعة لهذه الحِقبة في الأحواض المختارة على النحو التالي:

1ـ صخور العصر الترياسي : Triassic formation

أطلقت سُلطة المصادر الطبيعية في الأردن على صخور الترياسي اسم مجموعة الرمثا، Ramtha Group ، وهي في معظمها صخور رملية مع وجود الصخور الطينية، والحجر الرملي والمارل، يعود عمُرها إلى الترياسي الأسفل (عابد، 2009).

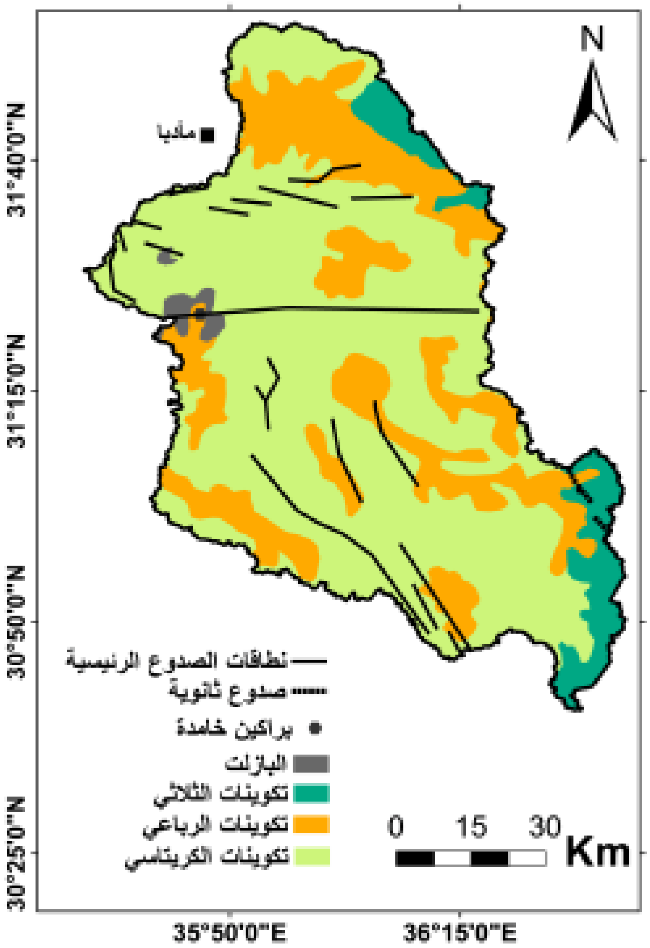
تظهر هذه التكوينات في الجزء الجنوبي الغربي من حوض وادي الكفرين، وتُغطي مساحة تقدّر بحوالي 4.00 كم^2 أي: نسبة 2.00% من إجمالي مساحته (شكل3، جدول 1) .

2ـ صخور العصر الجوراسي: Jurassic formation

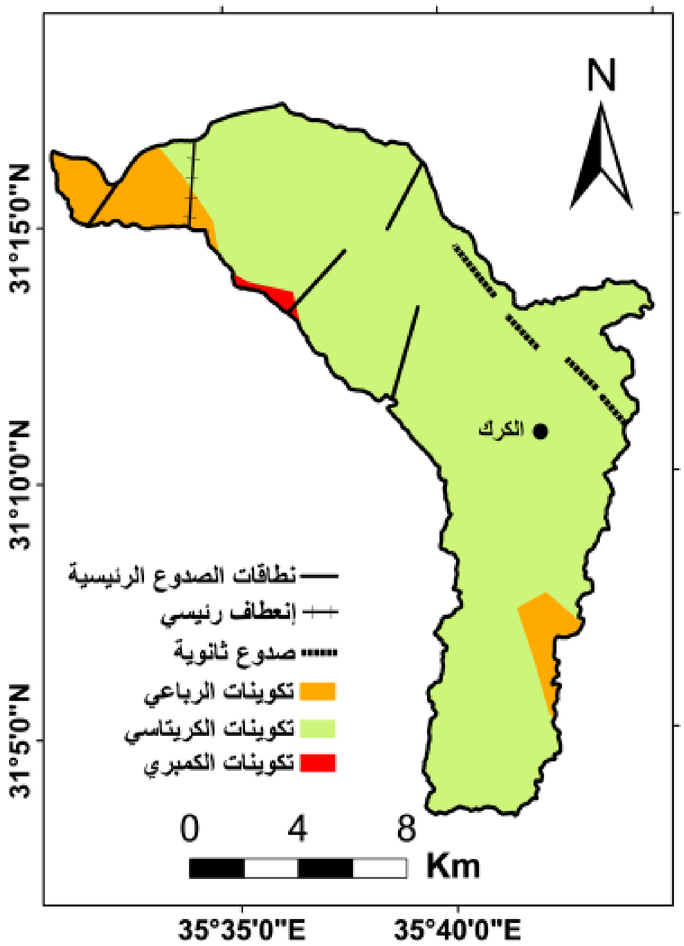
تتكوّن صخور الجوراسي من صخور رملية، وصخور كلسية، ترسّبت في بيئة المدّ والجزر البحرية الضّحلة (Bandel, and Salameh. 2013)، وتظهر هذه الصخور في مناطق محدودة جدًّا من الأردن، ويقتصر ظهورها في الأحواض المائية المختارة في حوض نهر الزرقاء في الأجزاء الغربية منه (شكل2)، وتُغطي هذه التكوينات، مساحةً تقدّر بحوالي 129.845كم^2 ، أي: ما يعادل 2.65% من مساحته الكلية (جدول1).

3ـ تكوينات العصر الكريتاسي : Cretaceous formation

تتباين البيئة الترسيبيّة لهذه التكوينات ما بين البيئة النهرية، والبيئة البحرية الضّحلة، والبيئة المتعاقبة بينهما، أي: البيئة النهرية والبحرية (Bender,1974 ؛ عابد، 2009)، وتُعد تكوينات العصر الكريتاسي من أكثر التكوينات انتشارًا في الأردن، حيث تُغطّي حوالي 60% من إجمالي مساحتها (عابد، 1982)، فهي تنكشف من الشمال إلى الجنوب في المناطق الواقعة إلى الشرق من نهر الأردن، والمناطق الواقعة إلى الشمال الشرقي، وإلى الشرق من البحر الميت،



شكل (4) جيولوجية حوض وادي الموجب ـ الوالة



شكل (5) جيولوجية حوض وادي الكرك

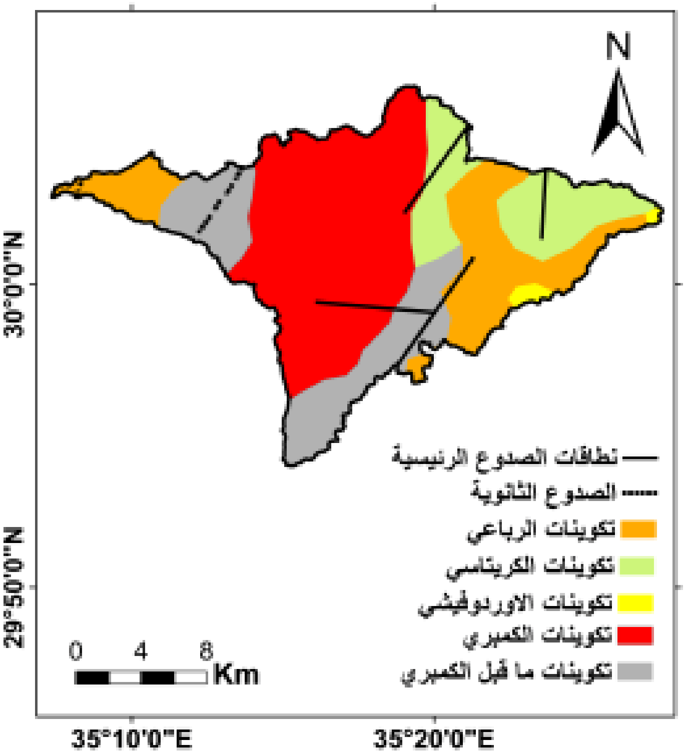
المصدر: (Bender,1968)

وكذلك تظهر في المناطق الواقعة إلى الشمال، وإلى الشرق والجنوب الشرقي من رأس النّقب، وتتكوّن هذه الصخور من الحجر الكلسي، والحجر الرملي الأبيض، والحجر الرملي المتعدد الألوان، والصّوان، والفوسفات (Bender,1974).

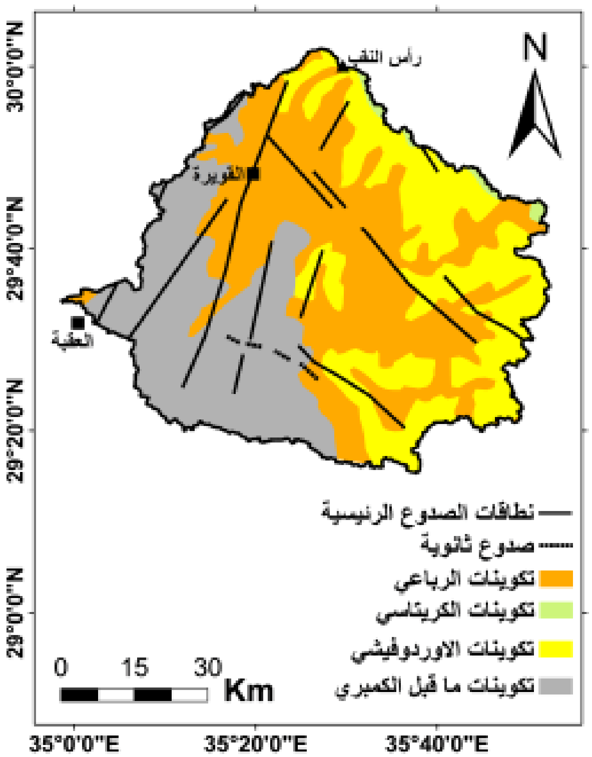
وتُشكّل تكوينات العصر الكريتاسي نسبة كبيرة من مساحة الأحواض المائية المختارة، ففي الأحواض الغورية تظهر هذه التكوينات في كلٍّ من:

ـ حوض نهر الزرقاء، حيث تغطي مساحة 2236.125كم^2 أي: ما يعادل 45.680% من إجمالي مساحته (شكل2، جدول1).

ـ حوض وادي شعيب، حيث تغطي مساحة 174.87كم^2 أي: ما يعادل 98.35% من إجمالي مساحته (شكل3، جدول1).

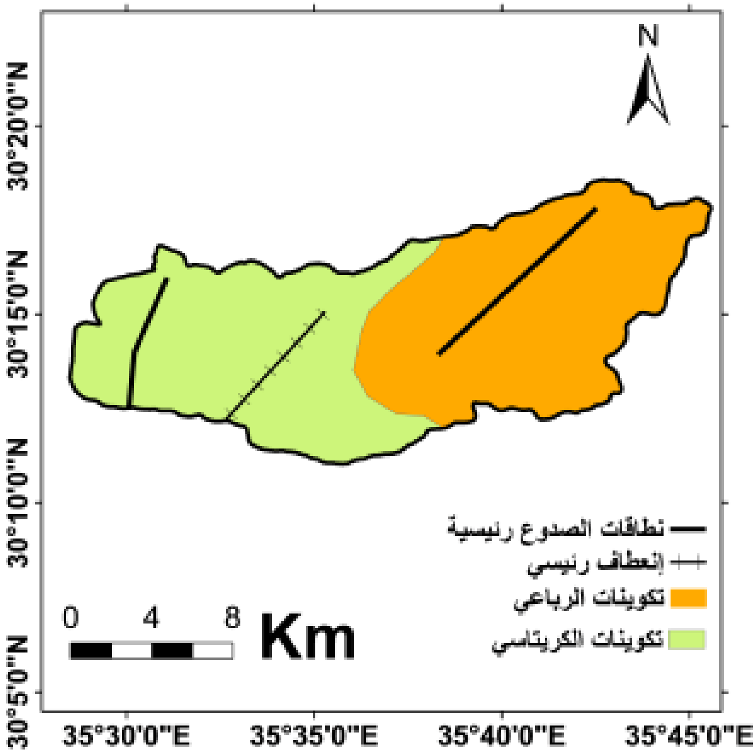


شكل (6) جيولوجية حوض وادي الركية - الأحيمر

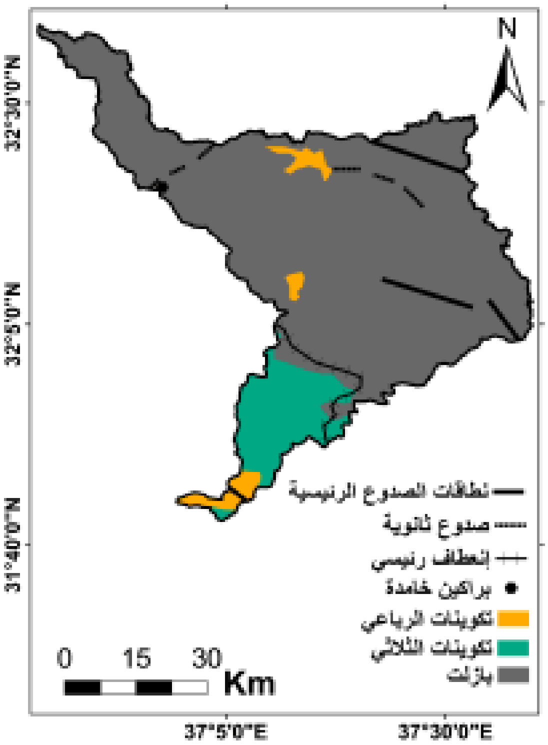


شكل (7) جيولوجية حوض وادي اليُتم

المصدر: (Bender,1968)



شكل (8) جيولوجية حوض وادي جرذان



شكل (9) جيولوجية حوض وادي راجل

المصدر: (Bender,1968)

ـ حوض وادي الكفرين، حيث تُغطي مساحة 159.99كم^2 أي: ما يعادل 84.28% من إجمالي مساحته (شكل3، جدول1).

وأما في أحواض البحر الميت، فتظهر تكوينات عصر الكريتاسي في:

ـ حوض وادي الموجب ـ الوالة، إذْ تغطي مساحة 4452.59كم^2 أي: ما يعادل 67.75% من إجمالي مساحته (شكل 5، جدول1) .

ـ حوض وادي الكرك، إذْ تغطي مساحة 178.21 كم^2 أي: ما يعادل 93.35% من إجمالي مساحته (شكل5، جدول1).

وبالنسبة لأحواض وادي عربة، تظهر تكوينات عصر الكريتاسي في:

ـ حوض وادي الركية ـ الأحيمر، إذ تغطي مساحة 46.37كم^2 وهو ما يعادل 16.16% من إجمالي مساحته (شكل6، جدول1) .

ـ حوض وادي اليُتم، إذ تغطي مساحة 41.18كم^2 أي: ما يعادل 0.92% من إجمالي مساحته (شكل7، جدول1).

وفي أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية، فتظهر تكوينات الكريتاسي في حوض وادي جرذان، إذ تغطي مساحة تقدر 105.64كم^2 أي: حوالي 48.00% من مساحته الكلية (شكل8، جدول1) .

4. 1. 2. 2 ـ صخور حقبة الحياة الحديثة : Cenozoic

1ـ صخور الزمن الثلاثي : Tertiary formation

تتألف صخور الزمن الثلاثي في الأردن من:

ـ تكوينات الطابشير، والمارل، والصوان، ويعود عمُرها إلى الأيوسين الأوسط، وقد ترسّبت في بيئة بحريّة .

ـ تكوينات الحجر الكلسي، والرملي، ويرجع عمُرها إلى الأليغوسين، والميوسين، وقد ترسّبت في بيئة بُحيريّة، مما يدلّ على تغيرات هامة في البيئة الترسيبية، وتُغطي تكوينات الزمن الثلاثي مساحات واسعة من الأردن، فهي تظهر في الشمال، وفي الشمال الشرقي، وفي وسط وشرق

الأردن، ويختلف سُمكها من مكان إلى آخر، بَيْد أنّ سُمكها يقلّ بالاتجاه من الشمال إلى الجنوب (Bandel, and Salameh, 2013 ; Bender, 1974 ; Burdon,1959) .

وتظهر تكوينات هذا العصر في الأحواض المختارة في الأحواض الغورية، في حوض نهر الزرقاء في أطرافه الجنوبية الشرقية (شكل2) وتُغطي هذه التكوينات حوالي 375.687كم^2، أي: ما يعادل 7.67% من مساحتة الإجمالية (جدول1)، وكذلك تظهر في أحواض البحر الميت في حوض وادي الموجب ـ الوالة، إذ تظهر في الجزء الجنوبي الشرقي، والجزء الشمالي الشرقي منه (شكل4)، وتُغطي مساحة تُقدّر بحوالي 336.50كم^2 أي: نسبة 5.12% من مساحته الكلية (جدول1) .

وتظهر تكوينات الزمن الثلاثي أيضًا في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية، في حوض وادي راجل، في أطرافه الجنوبية والجنوبية الغربية، وعند مصبّه في منخفض الأزرق (شكل9)، وتبلغ المساحة التي تُغطيها من هذا الحوض حوالي 344.37كم^2 أي: ما يعادل 10.71% من إجمالي مساحته (جدول1) .

2- تكوينات العصر الرباعي : Quaternary

ـ رواسب البلايستوسين : Pleistocene sediments

ترسّبت رواسب البلايستوسين في بيئة نهرية بُحيرية، وهي مفتّتات غير متماسكة، تتكوّن من الصخور الرملية، والطينية، والغرينية، والمارل، والكونجلوميريت، وتظهر هذه التكوينات في مناطق متعددة من الأردن، على شكل نطاقات متفرقة، غير متصلة ببعضها (Bender,1974)، ويلاحظ أكبر تجمّعات لهذه الرواسب في قِيعان المنخفضات الصحراوية، مثل منخفض الجفر، ومنخفض الأزرق .

وتظهر رواسب البلايستوسين في الأحواض الغورية على النحو التالي:

ـ تنكشف هذه الرواسب في وسط حوض نهر الزرقاء، على هيأة شريط يمتد من الشمال إلى الجنوب (شكل2) ، وتُغطي حوالي مساحة 358.335كم^2 ، أي: ما يعادل 7.32% من إجمالي مساحته (جدول1) .

ـ تظهر رواسب البلايستوسين في حوض وادي شعيب عند المصب (شكل3) وتُغطي حوالي مساحة 2.94 كم^2 بنسبة 1.65% من إجمالي مساحته (جدول1) .

ـ تغطي رواسب البلايستوسين الأطراف الجنوبية الغربية من حوض وادي الكفرين بمساحة تقدر 26.20كم^2 أي: ما يعادل 13.80% من مساحة هذا الحوض (شكل3، جدول1) .

وأما في أحواض البحر الميت، فتظهر رواسب البلايستوسين كما يلي:

ـ تظهر في الأجزاء الشمالية، والشرقية، والجنوبية الشرقية، من حوض وادي الموجب ـ الوالة (شكل4)، حيث تُغطي حوالي مساحة 1714.95كم^2 أي: ما يعادل 26.09% من إجمالي مساحته (جدول1) .

ـ تظهر في الأجزاء الغربية من حوض وادي الكرك (شكل5)، وتُغطي مساحة 11.55كم^2 أي: نسبة 6.05% من إجمالي مساحة هذا الحوض (جدول1) .

وفي أحواض وادي عربة، تظهر هذه الرواسب في الأجزاء الشرقية، والجنوبية من حوض وادي الركية ـ الأحيمر (شكل6) إذ تنكشف في مساحة تقدر بحوالي 59.83كم^2 أي: ما يعادل 20.85% من مساحته الكلية (جدول6)، وفي حوض وادي اليُتم تغطي مساحة 1858.62كم^2 أي: نسبة 41.95% من مساحته الكلية (شكل7 ، جدول1) .

وأما في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية، تظهر رواسب البلايستوسين في مساحات واسعة من حوض وادي جرذان، وتمتد في اتجاه غربي شرقي من وسط الحوض إلى مصبّه في منخفض الجفر (شكل8) وتُغطي مساحة تُقدر بحوالي 114.42كم^2 أي: ما يعادل 52% من إجمالي مساحتة (جدول1)، وكذلك تظهر هذه الرواسب في مناطق متفرقة من حوض وادي راجل، إذْ تُغطي مساحة حوالي 98.79كم^2 أي: نسبة 3.07% من إجمالي مساحة هذا الحوض (شكل9، جدول1) .

ـ رواسب الهولوسين الحديث : Holocene to Recent

تظهر رواسب الهولوسين في كل الأحواض المختارة، في قيعان ومصبّات الأحواض المائية، وهي من نتاج عمليات التعرية التي تتعرّض لها تلك الأحواض، وتتكوّن هذه الرواسب من مفتتات صخرية مختلفة الأحجام، مثل الحَصى والجلاميد والأتربة، إضافة إلى الرواسب الرملية، التي

تُشكل جميعها ما يُعرف بالمراوح الفيضيّة التي تظهر عند عدد من مصبات تلك الأودية (عابد 1982، 2009 ؛ Bandel, and Salameh, 2013) .

- البازلت: Basalt

يشمل البازلت الصخور الناتجة عن التدفّقات البُركانية التي شهدتها الأردن خلال العصور الجيولوجية المختلفة، وتحتوي صخور البازلت على العديد من الشوائب، مثل الصخور الكلسية، والحصى، والصّوان، إضافةً إلى أنها تحتوي على العديد من الفواصل، والشقوق، وتظهر الصخور البازلتية في مناطق متفرقة من الأردن، حيث تظهر إلى الشرق من نهر الأردن، وإلى الشرق، والجنوب الشرقي من البحر الميت، غير أن أكبر ظهور لها يوجد في شمال شرق الأردن، إذ تغطي هذه الصخور مساحة 11000كم^2 وهي امتداد لصخور البازلت في سوريا (Bender, 1974; Burdon, 1959).

وأما في الأحواض المائية المختارة، فتظهر صخور البازلت في الأحواض الغورية في حوض نهرالزرقاء، وتغطي بشكل متصل مساحات واسعة من أجزائه الشرقية، والشمالية الشرقية (شكل2) تُقدر بحوالي 1795.120كم^2 أي: ما يعادل 36.67% من مساحته الكلية (جدول1)، وكذلك تظهر في أحواض البحر الميت في حوض وادي الموجب ـ الوالة في الأطراف الغربية منه (شكل4)، وتغطي مساحة تقدر بحوالي 67.38كم^2 بنسبة 1.02% من مساحتة الكلية، بينما تظهر صخور البازلت في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية في حوض وادي راجل، وتغطي مساحة 2770.770كم^2 أي: ما يعادل 86.21% من مساحته الإجمالية (شكل9)، (جدول1) .

2 . 2 . 2 ـ الخصائص التركيبية :

تقع الأحواض المائية المختارة على الجانب الشرقي للانهدام الأردني، الذي يبلغ طوله في الأردن 360كم منها 200كم جنوب البحر الميت، و 160كم شمال البحر الميت، وتُمثل غور الأردن (Bender,1974) ، وبالتالي فإن هذه الأحواض تقع في منطقة تتميز بشدة تعقّدها التكتوني، حيث تعرّضت هذه المنطقة عبر الأزمنة الجيولوجية إلى مجموعة من الحركات التكتونية، مثل الرفع، والهبوط، والتصدّع، والطّي، أدّت إلى تطوّر كبير في الأشكال الأرضية، وحدوث زحزحة أرضية أُفقية، ورأسية، أثّرت على عمليات الحَت، ومن ثَمّ في الخصائص الجيومورفولوجية، والمورفومترية للأحواض المائية الموجودة في المنطقة (سلامة،1980).

وفي أواخر حِقبة ما قبل الكمبري تعرّضت الصخور القاعديّة لعمليات رفع، أدّت إلى ظهور قواطع رأسيّة فيها، وتعرُّضها إلى عمليات حَت، إذْ تحوّلت هذه الصخور إلى شبه سهل تُحاتي، ترسّبت عليه رواسب الكمبري والأرودوفيشي، وأدّت الحركات التفروجينيّة التي بدأت خلال الاليغوسين، والميوسين الأسفل، وبلغت ذروتها خلال الميوسين الأعلى، والبليوسين إلى حدوث مجموعة من التصدّعات، والطيّات، متباينة الأنواع والاتجاهات، كلّ ذلك أثّر في جيومولرفولوجية الأحواض المائية، وانعكس على خصائصها المورفومترية المساحية، والشكلية، والتضاريسية، وخصائص الشبكة المائية فيها (Bender, 1974 ؛ عابد، 2009) .

ويمكن أنْ نتتبّع بشكل موجز نتائج الحركات التكتونية في الأحواض المختارة على النحو التالي:

1 ـ الصّدوع:

يمكن تقسيم الصدوع التي تظهر في الأحواض المائية المختارة إلى الآتي:

ـ نطاقات الصدوع الرئيسية:

تظهر نطاقات الصدوع الرئيسية ذات الاتجاهات والأطوال المتعددة على طول الجانب الغربي من الأردن ـ الجانب الشرقي من الانهدام الأردني، حيث تظهر في المنطقة الممتدة من خليج العقبة جنوبًا، إلى الحدود الأردنية السورية شمالاً، وتظهر هذه النطاقات على هيئة شريط يمتد في اتجاه شمالي غربي، جنوبي شرقي من الكرك إلى الحدود الأردنية السعودية، وتظهر هذه النطاقات الرئيسية في أغلب الأحواض المائية المختارة، ففي الأحواض الغورية تظهر على النحو التالي :

ـ حوض نهر الزرقاء : تظهر نطاقات الصدوع الرئيسية في الأجزاء الجنوبية، والجنوبية الغربية من هذا الحوض (شكل2)، وهي في معظمها ذات اتجاه شمالي شرقي، جنوبي غربي، ويبلغ مجموع أطوال هذه النطاقات حوالي 160.275كم * .

* اطوال النطاقات الصدعية من حسابات الباحث باستخدام (GIS) .

ـ حوض وادي شعيب: تظهر هذه النطاقات الصّدعية ذات الاتجاه الشمالي الشرقي الجنوبي الغربي في الأجزاء الشمالية الغربية من هذا الحوض (شكل3) ويبلغ طولها الكُلي حوالي 7.732كم .

ـ حوض وادي الكفرين: توجد نطاقات الصدوع الرئيسية في هذا الحوض ذات الاتجاه الشمالي الشرقي الجنوبي الغربي في أجزائه الشرقية، والوسطى (شكل3) ويبلغ طولها حوالي 21.802كم.

وأما في أحواض البحر الميت، فتظهر نطاقات الصّدوع الرئيسية كما يلي:

ـ حوض وادي الموجب ـ الوالة: بلغت أطوال نطاقات الصدوع الرئيسية فيه، حوالي 286.335كم، وهي تظهر في أجزاء متعددة منه، وتأخذ اتجاهات مختلفة، من أهمها: الاتجاه الشمالي الغربي الجنوبي الشرقي، والاتجاه الشرقي الغربي (شكل4) .

ـ حوض وادي الكرك: تظهر في حوض وادي الكرك نطاقات الصدوع الرئيسية، التي يقدر طولها بحوالي 14.386كم، في أجزائه الوسطى والغربية، وهي في الغالب ذات اتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي، ومن أهمها: صدوع الكرك ـ الفيحاء (شكل5) .

وفي أحواض وادي عربة توجد الصدوع الرئيسية على النحو التالي:

ـ حوض وادي الركية ـ الأحيمر : تظهر نطاقات الصدوع الرئيسية ذات الاتجاه الشمالي الشرقي الجنوبي الغربي في الأجزاء الجنوبية الشرقية، والأجزاء الشمالية الشرقية من هذا الحوض، (شكل6)، ويُقدّر مجموع أطوال هذه الصدوع بحوالي 24.883كم .

ـ حوض وادي اليُتم: تأخذ نطاقات الصدوع الرئيسية في هذا الحوض التي أهمها صدع القويرة اتجاهين: أحدُهما: شمالي شرقي جنوبي غربي، والآخر: شمالي غربي جنوبي شرقي (شكل7)، ويبلغ مجموع أطوال هذه النطاقات الصدعية حوالي 287.581كم.

وتظهر نطاقات الصدوع الرئيسية في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية في حوض وادي جرذان في أجزائه الشمالية الشرقية، والغربية (شكل8)، ويُقدر مجموع أطوال هذه الصدوع ذات الاتجاه الشمالي الشرقي الجنوبي الغربي بحوالي 16.574كم، في حين تظهر هذه النطاقات في الأجزاء الشرقية، وعند مصب حوض وادي راجل، وهي ذات اتجاه شمالي غربي جنوبي شرقي، وبطول كُلي يبلُغ حوالي 49.384 كم (شكل9) .

ـ الصدوع الثانوية:

تظهر الصدوع الثانوية بشكل كثيف في المناطق المُحاذية للانهدام الأردني، وتأخذ الاتجاه الشمالي الشرقي الجنوبي الغربي، كما تظهر في اتجاهات مختلفة في الشرق، والشمال الشرقي، والجنوب الشرقي من الأردن، وبالنسبة للأحواض المائية المختارة فإنّ الصدوع الثانوية تظهر في جميعها، وبأطوال واتجاهات مختلفة، حيث توجد في الأحواض الغورية في حوض نهر الزرقاء (شكل3) بطول 31.856كم، وتظهر في أحواض البحر الميت في حوضيْ: وادي الموجب ـ الوالة (شكل4) بطول 13.3 كم، ووادي الكرك (شكل5) بطول 6.963كم، وفي أحواض وادي عربة تظهر هذه الصدوع في حوضيْ: وادي الركية ـ الأحيمر (شكل6) بطول 4.612 كم، ووادي اليُتم (شكل7) بطول 13.584كم، كما تظهر الصّدوع الثانوية في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية في حوض وادي راجل (شكل9) بطول يبلغ حوالي 24.119كم.

إضافة إلى ما سبق تظهر البراكين الخامدة في حوض نهر الزرقاء (شكل2)، وحوض وادي الموجب ـ الوالة (شكل4) وحوض وادي راجل (شكل9)، إذ نتج عن هذه البراكين تدفّقات بُركانية كوّنت صخور البازلت التي تظهر في هذه الأحواض، وتتخلّلها الصدوع والشقوق، خاصة في حوضيْ: نهر الزرقاء، ووادي راجل، إضافةً إلى وجود الانعطافات الرئيسية في حوض نهر الزرقاء (شكل2)، وحوض وادي جرذان (شكل7)، وحوض وادي راجل (شكل9) التى تعني تغيّر مفاجىء في مُنحنَى المُرتفعات، وما يترتّب عن ذلك من تأثير في عمليات التعرية المائية في الأحواض، ونمط شبكات التصريف المائي فيها، كما نتج عن العمليات التكتونية ظهور الطيّات المُحدّبة في الأجزاء الجنوبية من حوض نهر الزرقاء (شكل2) .

2 . 3 - الخصائص المناخية:

تُعد العوامل المناخية من بين أهم العوامل الطبيعية المؤثرة في الخصائص المورفومترية للأحواض المائية، وتمّ التركيز في هذه الدراسة على عنصر المطر، باعتباره من العناصر المناخية التي لها تأثير مباشر وكبير في الخصائص المورفومترية للأحواض عامّةً، وفي خصائص الشبكة المائية والتصريف المائي خاصّةً، ولعدم وجود محطات مَطريّة لقياس كميات الأمطار، موزّعة بشكل مناسب داخل الأحواض، اعتمدت هذه الدراسة على بيانات 130 محطة مطرية موزعة في كافة أنحاء الأردن، تُغطي الفترة من 1985 – 2014، حيث تمّ حساب المتوسط السنوي للأمطار في كل محطة من هذه المحطّات، وإدخال إحداثياتها، والمتوسطات السنوية للأمطار فيها، إلى طبقة رئيسية ببرنامج Arc- Gis10.1، ثُم استخدام طريقة Kriging وهي طريقة إحصائية لِاستيفاء البيانات الناقصة، استنادًا إلى المسافة بين النقطة المعلومة ونقطة التنبّؤ(GIS Dictionary,2015 ، لأجل تحديد التوزيع المكاني للمتوسطات المطرية داخل كلّ حوض من الأحواض المائية المختارة .

وتتباين الأمطار فيما بين الأحواض المائية المختارة؛ وذلك تبعًا للموقع، ومستوى الارتفاع، إذ يتراوح المتوسط السنوي للأمطار في هذه الأحواض ما بين 2 – 420 ملم، كما أن الأمطار تختلف داخل الحوض الواحد تبعًا لتباين مستوى الارتفاع من مكان إلى آخر داخل الحوض، وتبعًا لامتداد الحوض واتجاهه، ويمكن تتبّع التوزيع المكاني لمتوسطات الأمطار السنوية في الأحواض المائية المختارة على النحو التالي:

2 . 3 . 1- الأحواض الغورية:

يتضح من (جدول2) ، تباين متوسط الأمطار السنوي من مكان إلى آخر في هذه الأحواض، إذ يتراوح المتوسط السنوي للأمطار في حوض نهر الزرقاء ما بين 80 - 420 ملم (شكل10)، وفي حوض وادي شعيب ما بين 320 - 373 ملم، وفي حوض وادي الكفرين ما بين 300 - 375 ملم (شكل11)، ومن خلال متوسطات الأمطار السنوية في هذه الأحواض وتوزيعها المكاني نلاحظ تناقُص كميات الأمطار بالاتجاه من الغرب نحو الشرق، مما يشير إلى عدم تجانس كميات الأمطار داخل هذه الأحواض، وهذا ينعكس على خصائصها المورفومترية، وخصائص الشبكة المائية فيها.

2 . 3 . 2- أحواض البحر الميت:

يتبين من (جدول2) أن المتوسط السنوي للأمطار في حوض وادي الموجب ـ الوالة يتراوح ما بين 50 ـ 350 ملم، كما يتبين من (شكل12) تناقص كميات الأمطار بالاتجاه من الغرب نحو الشرق، ونحو الجنوب الشرقي، مما يشير إلى عدم تجانس كميات الأمطار داخل هذا الحوض، وهذا يُؤثّر على الخصائص المورفومترية لهذا الحوض، وعلى خصائص شبكته المائية، وأما في حوض وادي الكرك فيتراوح المتوسط السنوي للأمطار ما بين 210 ـ 288 ملم (جدول2)، ومن خلال (شكل13) يتضح تناقص كميات الأمطار في هذا الحوض بالاتجاه من الغرب إلى الشرق، ومن الشمال نحو الجنوب الشرقي، والجنوب.

جدول(2) متوسط الأمطار السنوي/ ملم في الأحواض المائية المختارة

الأحواض المائية المختارة	متوسط الأمطار السنوي/ ملم	
	من	إلى
حوض نهر الزرقاء	80	420
حوض وادي شعيب	320	373
حوض وادي الكفرين	300	375
حوض وادي الموجب ـ الوالة	50	350
حوض وادي الكرك	210	288
حوض وادي الركية ـ الأحيمر	130	163
حوض وادي اليتم	100	150
حوض وادي جرذان	120	146
حوض وادي راجل	2	137

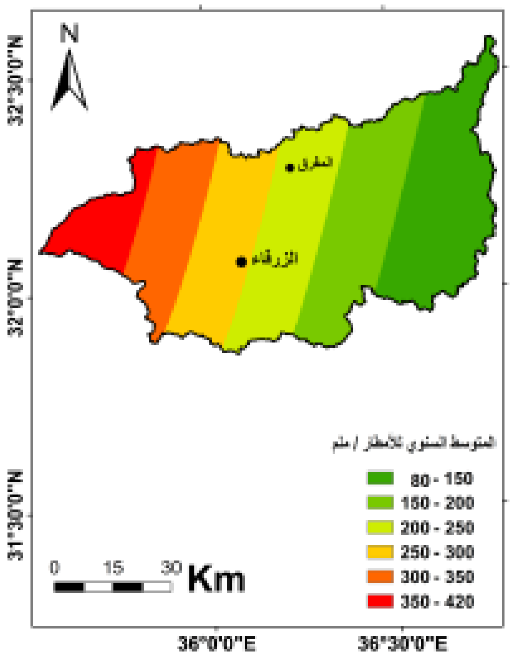
المصدر: سلطة المياه الأردنية بيانات مناخية 1985- 2014.

2 . 3 . 3- أحواض وادي عربة:

يتراوح متوسط الأمطار السنوي في حوض وادي الركية ـ الأحيمر ما بين 130 ـ 163 ملم، ويتراوح في حوض وادي اليُتم ما بين 100- 150 ملم (جدول2)، ويتبيّن من (شكل14، شكل15) تناقص متوسطات الأمطار السنوية في كلا الحوضين بالاتجاه من الغرب نحو الشرق، فضلاً عن انخفاض كمياتها بشكل عام.

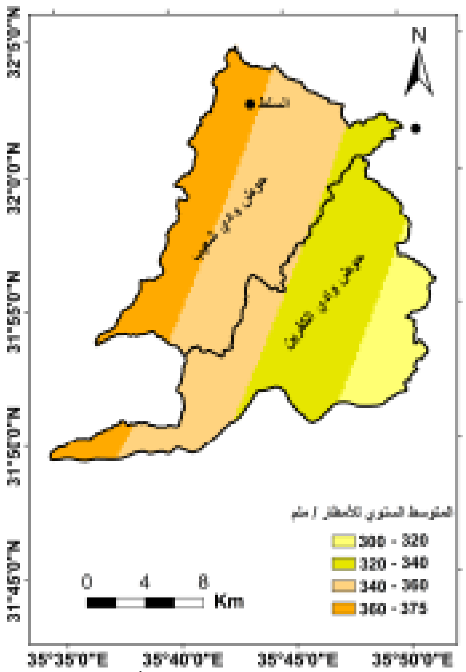
2 . 3 . 4- أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية:

يتضح من (جدول2) أن متوسط الأمطار السنوي في حوض وادي جرذان يتراوح ما بين 120 - 146 ملم، ويتراوح في حوض وادي راجل ما بين 2 - 137ملم، ويتبيّن من (شكل16) أن متوسط الأمطار السنوي في حوض وادي جرذان يتناقص بالاتجاه من الغرب نحو الشرق، وأما في حوض وادي راجل (شكل17) فإنّ متوسط الأمطار السنوي يتناقص بالاتجاه من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، وإنّ معظم أجزاء هذا الحوض لا تزيد أمطارها عن 60 ملم سنويًّا، مما ينعكس على خصائصه المورفومترية، وخصائص شبكته المائية.



شكل (10) المتوسط السنوي للأمطار /ملم

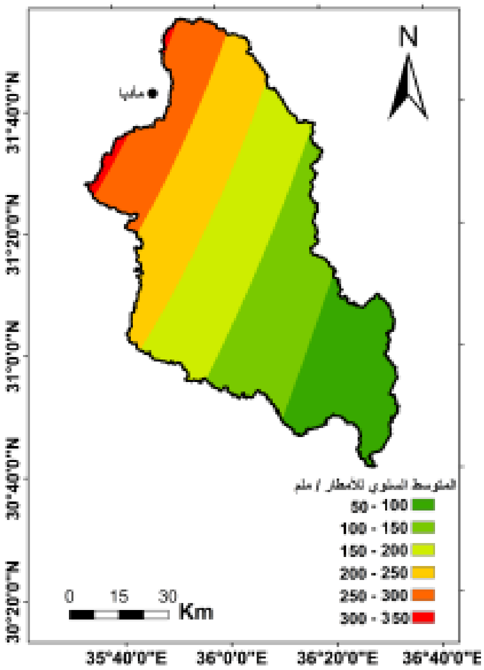
في حوض نهر الزرقاء



شكل (11) المتوسط السنوي للأمطار /ملم

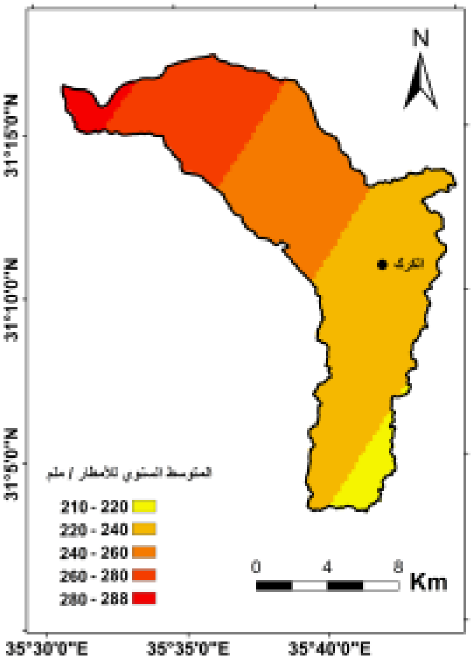
في حوضي: وادي شعيب ووادي الكفرين

- المصدر: سلطة المياه الأردنية بيانات مناخية 1985- 2014.



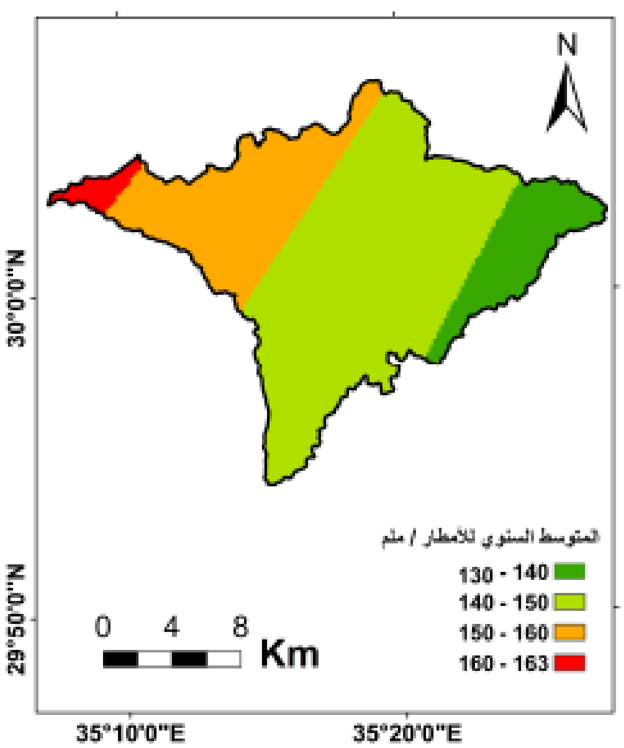
شكل (12) المتوسط السنوي للأمطار / ملم

في حوض وادي الموجب ـ الوالة



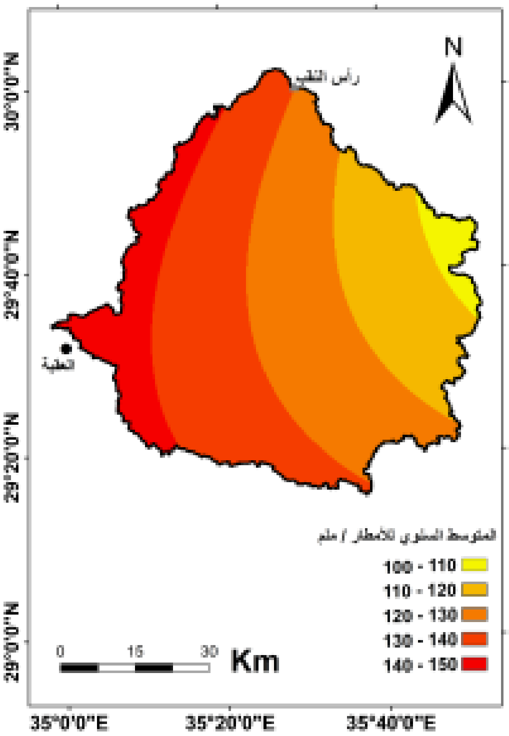
شكل (13) المتوسط السنوي للأمطار / ملم

في حوض وادي الكرك



شكل (14) المتوسط السنوي للأمطار /ملم

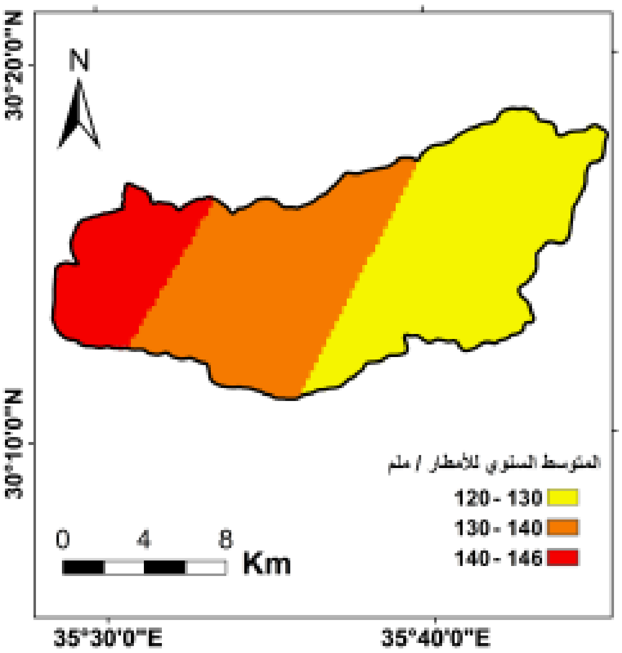
في حوض وادي الركية ـ الأحيمر



شكل (15) المتوسط السنوي للأمطار /ملم

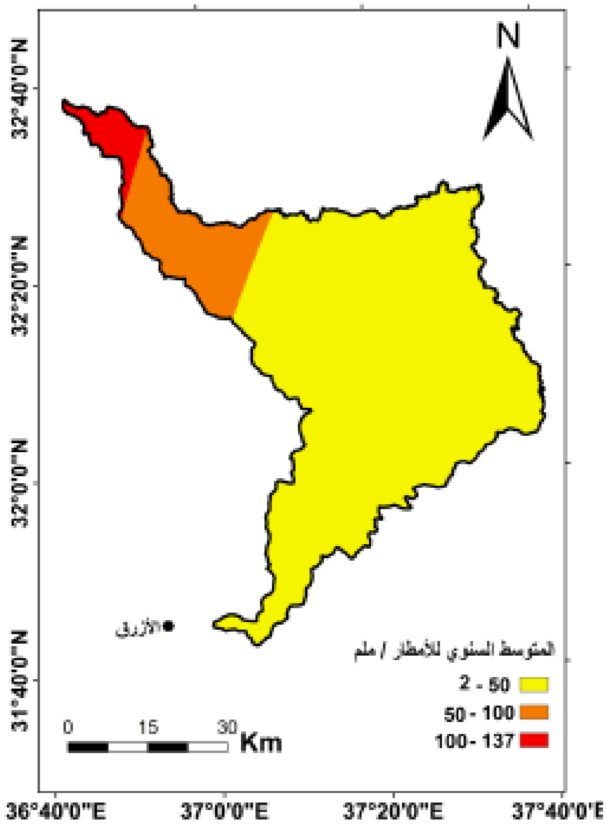
في حوض وادي اليُتم

ـ المصدر: سلطة المياه الأردنية بيانات مناخية 1985- 2014.



شكل (16) المتوسط السنوي للأمطار/ ملم

في حوض وادي جرذان



شكل (17) المتوسط السنوي للأمطار

في حوض وادي راجل

ـ المصدر: سلطة المياه الأردنية بيانات مناخية 1985- 2014.

2. 4 - التربة:

تتنوّع التربة في الأردن تبعًا لتنوّع التكوينات الصخرية التي تُمثل المادة الأصل، وتبعًا للاختلاف الكبير في التضاريس، والاختلاف الواسع في مُعدّل سقوط الأمطار، ويؤثّر نوع التربة وخصائصها -المتمثلة في درجة مساميتها، ونفاذيّتها، ومدى احتفاظها بالرطوبة- في الخصائص الهيدرولوجية للأحواض المائية، لا سيما كثافة التصريف والتكرار النهري، فالعلاقة عكسيّة في الحوض المائي بين مساميّة ونفاذيّة التربة، وبين كثافة التصريف، والتكرار النهري ، فكلّما زادت مسامية التربة ونفاذيّتها، انخفضت قيم كثافة التصريف، وقيم التكرار النهري، والعكس صحيح .

ويؤثّر مقدار رطوبة التربة في كميّة وسرعة الجريان السطحي، فالتربة التي تكون نسبة رطوبتها عالية، تساهم في سرعة الجريان السطحي للمياه في منطقة الحوض، على العكس من التربة الجافة التي تحتاج إلى كمية مياه أكبر للوصول إلى التشبّع، لتبدأ مرحلة الجريان السطحي (Salim, 2007) .

اعتمدت دراسة التربة على جمع المعلومات والبيانات المتعلقة بالتُّرب السائدة في الأحواض المائية المختارة، وعلى تقارير المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأرض لعام 1994,1993، التي أعدّتها وزارة الزراعة الأردنية بالتعاون مع شركة هنتنج للخدمات الفنية المحدودة، ومركز مسح التربة وبحوث الأراضي البريطاني، وقد صُنّفت التربة في الأحواض المائية المختارة وفقاً لخارطة التربة الواردة في أطلس الأردن والعالم (2006) الصادر عن المركز الجغرافي الملكي الأردني (2006)، وقد أُدخلت خريطة التربة إلى برنامج (GIS.10.1) وتمّ معالجتُها وفقًا للمطلوب، وبناءً على ذلك يمكن دراسة التربة وتتبّع توزيعها في أحواض الدراسة على النحو التالي:

1 - تربة البحر المتوسط الحمراء الناضجة:

ينتشر هذا النوع من التربة في المناطق والمرتفعات التي يزيد مُعدّل أمطارها السنوي على 350 ملم، (سهاونة، وآخرون،2013)، وهي ناتجة عن الصخور الكلسية، والحجر الرملي، والصخور البازلتيّة، والإرسابات الحديثة، وقوام هذه التربة طينِيّ، إذْ تصل نسبة الطين فيها إلى أكثر من 60 % (وزارة الزراعة الأردنية،1993)، وتوجد هذه التُّرب في الأحواض المائية المختارة في أحواض البحر الميت على النحو التالي:

ـ حوض وادي الموجب ـ الوالة: توجد تربة البحر المتوسط الحمراء الناضجة في الجزء الشمالي الغربي، والجزء الجنوبي الغربي من هذا الحوض (شكل20) إذ تُغطي مساحة تُقدر بحوالي 518.468كم^2 أي: ما يعادل 9.30% من مساحته الكلية (جدول3) .

ـ حوض وادي الكرك: توجد هذه التربة في الأجزاء الشرقية من هذا الحوض (شكل20) وتشغَل مساحة تُقدر بحوالي 39.309كم^2 بنسبة 20.59% من إجمالي مساحته (جدول3).

2ـ تربة البحر المتوسط الحمراء:

تنشأ هذه التربة، نتيجة لعملية تجوية الصخور الكلسية، لذلك فهي كلسيّة غنيّة بالمواد الطينيّة، ونسبة المواد العضوية فيها متوسطة، ويختلف سُمكها تبعًا لاختلاف طبوغرافية المكان المتواجدة فيه، وتوجد هذه التربة في الأحواض المائية الغورية، وأحواض البحر الميت، ويمكن تتبع توزيعها في هذه الأحواض على النحو التالي:

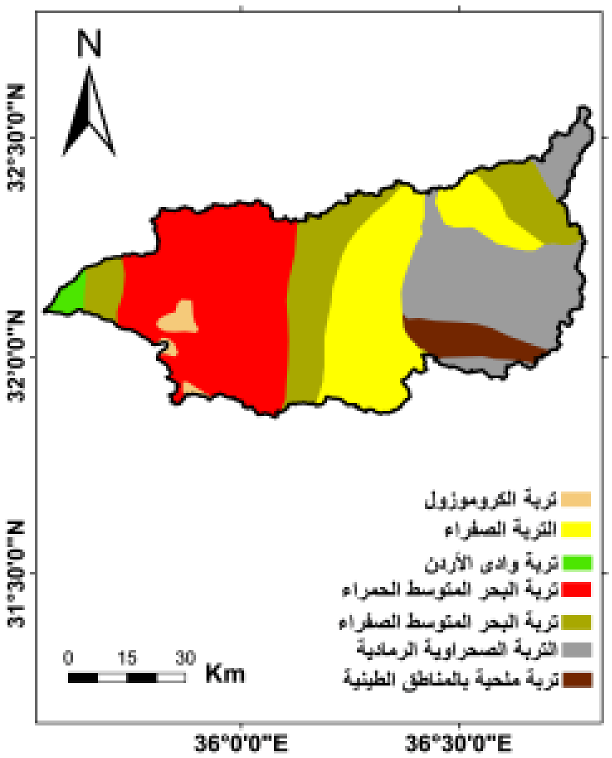
ـ حوض نهر الزرقاء: توجد هذه التربة في الجزء الغربي من هذا الحوض، وتشغل مساحة تقدر بحوالي 1478.578كم^2، بنسبة 30.20% من مساحتة الكلية (شكل18، جدول3).

ـ حوض وادي شعيب: توجد تربة البحر المتوسط الحمراء في الأجزاء الشمالية الشرقية من هذا الحوض، وتقدر المساحة التي تغطيها منه، بحوالي 74.067كم^2 أي: ما يعادل 41.66% من إجمالي مساحته (شكل19، جدول3).

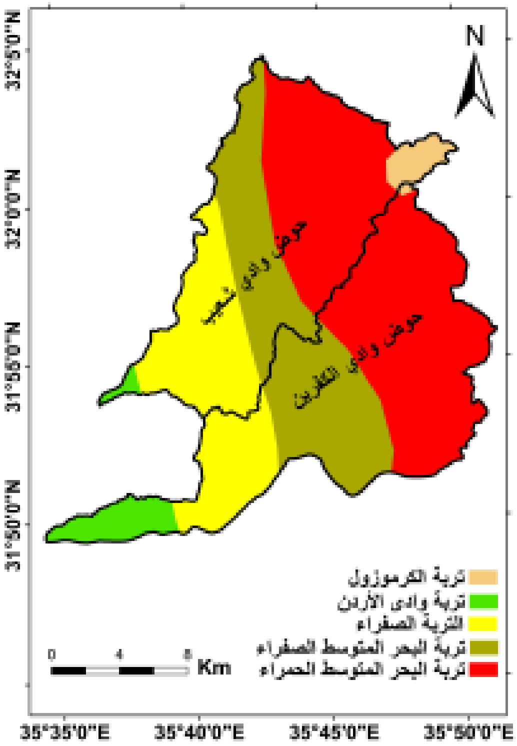
ـ حوض وادي الكفرين: تبلغ المساحة التي تشغلها هذه التربة من هذا الحوض حوالي 96.810كم^2، أي: ما يعادل 50.99% من مساحته الكلية، وتوجد في الأجزاء الشمالية الشرقية، إذْ تغطي منابع هذا الحوض (شكل19، جدول3) .

ـ حوض وادي الموجب ـ الوالة: تغطي هذه التربة مساحة تقدر بحوالي 681.979 كم^2، أي: نسبة 10.38% من المساحة الإجمالية لهذا الحوض، وهي تظهر في الجزء الغربي، والجزء الجنوبي الغربي منه (شكل20، جدول3) .

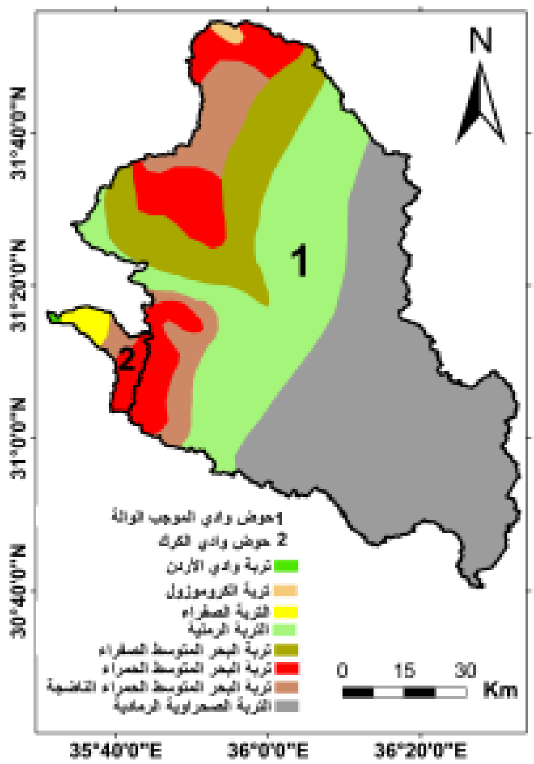
ـ حوض وادي الكرك: توجد هذه التربة في الجزء الجنوبي من هذا الحوض، وتغطي مساحة قدرها 86.317 كم^2، أي: ما يعادل 45.21% من مساحته الكلية (شكل20، جدول3) .



شكل (18) التربة في حوض نهر الزرقاء

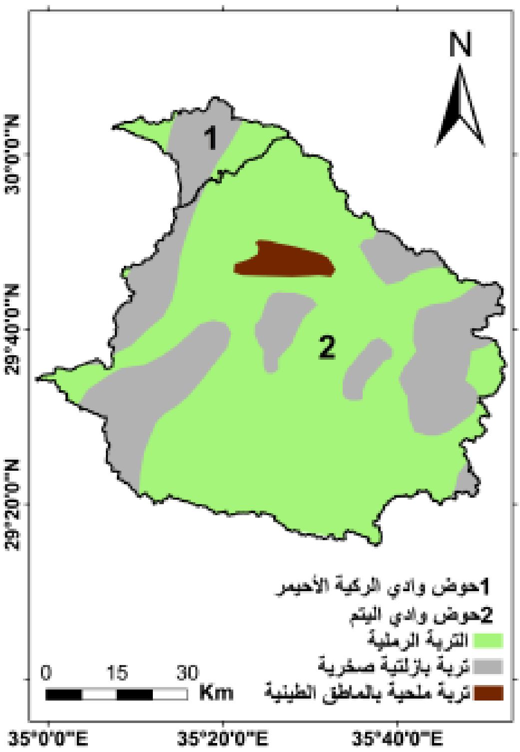


شكل (19) التربة في حوضي وادي شعيب ووادي الكفرين



شكل (20) التربة في حوضي وادي الموجب ـ الوالة

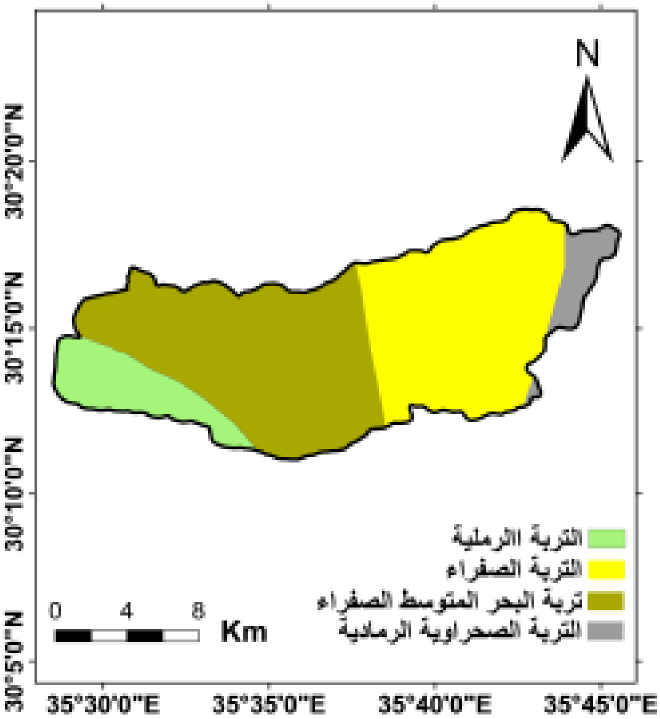
ووادي الكرك



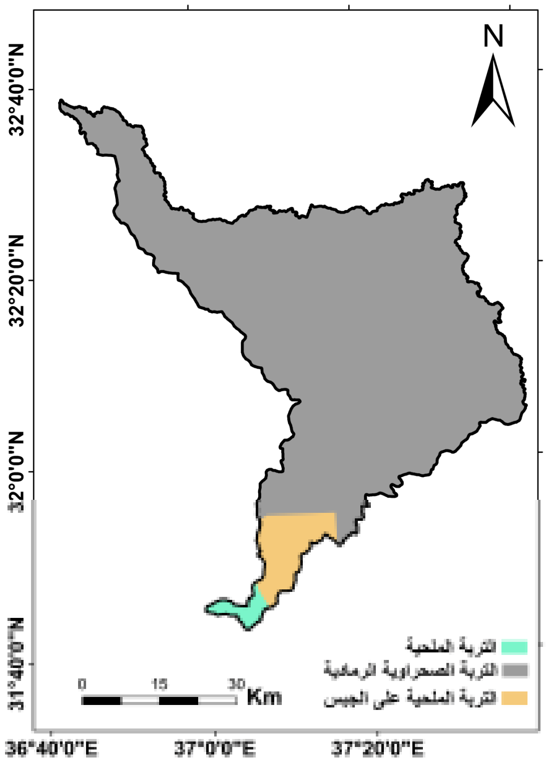
شكل (21) التربة في حوضي وادي الركية ـ

الأحيمر ووادي اليُتم -

المصدر: خريطة التربة المركز الجغرافي الملكي الأردني (2006)



شكل (22) التربة في حوض وادي جرذان



شكل (23) التربة في حوض وادي راجل

ـ المصدر: خريطة التربة المركز الجغرافي الملكي الأردني (2006)

3 ـ تربة البحر المتوسط الصفراء:

تجمَع هذه التربة بين خصائص تربة البحر المتوسط الحمراء والتربة الصفراء؛ لذلك فهي تربة انتقالية ما بين التربتين سابقة الذكر، وهي تتميّز بارتفاع نسبة كربونات الكالسيوم، ونسيجُها سِلتي طفيلي إلى سِلتي طِيني طفيلي، وتوجد هذه التربة في المناطق التي يتراوح معدل أمطارها السنوي ما بين 250 ـ 300 ملم (سهاونة، وآخرون،2013) وأما في الأحواض المائية قيد الدراسة، فإن تربة البحر المتوسط الصفراء توجد في الأحواض الغورية التالية:

ـ حوض نهر الزرقاء: تظهر هذه التربة في الأجزاء الوسطى، والأجزاء الشمالية الشرقية من هذا الحوض، حيث تغطي مساحة قدرها888.841كم^2، بنسبة 18.16% من مساحته الكلية (شكل18، جدول3) .

ـ توجد هذه التربة في الأجزاء الوسطى من حوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين، وتشغل مساحة 45.801كم^2، 49.185 كم^2، أي: ما يعادل 25.75%، 25.91% من المساحة الكلية لكلٍّ منهما على التوالي (شكل19، جدول3) .

جدول (3) التربة في الأحواض المائية المختارة

الأحواض المائية / نوع التربة	الزرقاء		شعيب		الكفرين		الموجب الوالة		الكرك		الركية الأحيمر		اليتم		جرذان		راجل	
	كم2	%	كم2	%	كم2	%	كم2	%	كم2	%	كم2	%	كم2	%	كم2	%	كم2	%
تربة البحر المتوسط الحمراء الناضجة	#	#	#	#	#	#	518.468	9.30	39.309	20.59	#	#	#	#	#	#	#	#
تربة البحر المتوسط الحمراء	1478.578	30.20	74.067	41.66	96.810	50.99	681.979	10.38	86.317	45.21	#	#	#	#	#	#	#	#
تربة البحر المتوسط الصفراء	888.841	18.16	45.801	25.75	49.185	25.91	870	13.24	#	#	#	#	#	#	98.474	44.75	#	#
التربة الصفراء	1092.767	22.32	48.433	27.24	29.258	15.41	##	##	#	#	#	#	#	#	86.472	39.29	#	#
التربة الصحراوية الرمادية	1092.708	22.32	#	#	#	#	2780.000	42.31	#	#	#	#	#	#	10.624	4.82	3014.871	93.81
التربة الرملية	#	#	#	#	#	#	1695.728	25.81	#	#	114.677	39.97	3114.726	70.30	24.489	11.03	#	#
تربة وادي الأردن	54.322	1.11	1.950	1.09	13.608	7.17	#	#	5.304	2.77	#	#	#	#	#	#	#	#
التربة الطينية في المناطق الملحية	216.404	4.42	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	98.133	2.21	#	#	#	#
التربة الملحية فوق الرواسب الجبسية	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	159.037	4.95
التربة الملحية	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	40.022	1.24
التربة الصخرية البازلتية	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	172.641	60.02	1217.641	27.48	#	#	#	#
تربة الكروموزول	71.494	1.46	7.539	4.24	0.959	0.50	24.232	0.37	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#

وأما في أحواض البحر الميت، فتوجد هذه التربة في الأجزاء الشمالية الغربية من حوض وادي الموجب ـ الوالة، وتغطي مساحة قدرها 870كم^2 ، أي: ما يعادل 13.24% من مساحته الكلية (شكل20، جدول3) .

وتوجد في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية في حوض وادي جرذان، إذ تشغل هذه التربة الأجزاء الغربية منه، وتُقدر المساحة التي تغطيها بحوالي 98.474 كم^2، بنسبة 44.75% من مساحته الكلية (شكل22، جدول3) .

4 ـ التربة الصفراء :

توجد هذه التربة في المناطق التي يتراوح معدل أمطارها السنوي ما بين 100 ـ 200 ملم، وهي تربة ذات نسيج سلتي طيني، تركيبُها حُبيبي، قليلة السُّمك، فقيرة بالمواد العضوية، ترتفع بها نسبة كربونات الكلسيوم (سهاونة، وآخرون،2013)، وتوجد التربة الصفراء في الأحواض المائية الغورية التالية:

ـ حوض نهر الزرقاء: توجد التربة الصفراء في الأجزاء الوسطى من هذا الحوض، إذْ تمتد على شكل شريط من الشمال إلى الجنوب، فتُغطي مساحة قدرها حوالي 1092.765كم^2، أي: ما يعادل 22.32% من إجمالي مساحته (شكل18، جدول3) .

ـ حوض وادي شعيب: تظهر هذه التربة في الأجزاء الجنوبية الغربية من هذا الحوض، وتغطي مساحة حوالي 48.433كم^2 ، أي: نسبة 27.24% من إجمالي مساحته (شكل19، جدول3)

ـ حوض وادي الكفرين: توجد التربة الصفراء في الأجزاء الغربية من هذا الحوض، وتقدر المساحة التي تشغلها بحوالي 29.258كم^2، بنسبة 15.41% من إجمالي مساحته (شكل19، جدول3).

وأما في أحواض البحر الميت، فتوجد التربة الصفراء في حوض وادي الموجب ـ الوالة في أجزائه الوسطى وعند المصب، وفي الأطراف الغربية لحوض وادي الكرك (شكل20)، وتقدر المساحة التي تشغلها، 1695.728كم^2 ،59.970كم^2 بنسبة 25.81%، 31.41 %، من المساحة الكلية لكلّ حوض على التوالي (جدول3).

وتوجد التربة الصفراء في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية في حوض وادي جرذان في أجزائه الشرقية (شكل22)، حيث تقدر المساحة التي تشغلها بحوالي 86.472كم^2، أي: ما يعادل 39.29% من مساحتة الكلية (جدول3).

5 ـ التربة الصحراوية الرمادية:

توجد التربة الصحراوية الرمادية في المناطق الصحراوية ذات المعدل المطري السنوي 100 ملم فأقل، وتُعد هذه التربة من أكثر التُّرب تواجدًا في الأردن، إذ تشغل أكثر من 50% من إجمالي مساحتها، وهي تربة جافة، قليلة الرطوبة، نسيجها سلتي طفلي، فقيرة بالمواد العضوية، ولا يزيد حجم حُبيباتها عن 0.05 ملم، وهي تربة غير ناضجة، سُمكها لا يتعدّى 30 سم؛ نتيجة لتعرضها للتعرية، وقلة غطائها النباتي، مما لا يُعطيها فرصةً للتطوّر (وزارة الزراعة الأردنية، 1993؛ سهاونة، وآخرون، 2013).

وبالنسبة للأحواض المائية المختارة: فتنتشر هذه التربة في الأحواض الغورية في الأجزاء الشرقية من حوض نهر الزرقاء (شكل18)، وتغطي مساحة قدرها 1092.708كم^2 أي: ما يعادل 22.32% من المساحة الكلية لهذا الحوض (جدول3).

وتنتشر التربة الصحراوية الرمادية في أحواض البحر الميت في حوض وادي الموجب ـ الوالة في أجزائه الشرقية، والجنوبية الشرقية، وهي تغطي مساحة قدرها 2780كم^2 أي: ما يعادل 42.31% من مساحته الكلية (شكل20، جدول3).

وأما في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية فتظهر هذه التربة في حوض وادي جرذان عند مصبه في مساحة صغيرة جدًّا (شكل22) تقدر بحوالي 10.624كم^2، أي: ما يعادل 4.82% من مساحته الكلية (جدول3)، وفي حوض وادي راجل، إذْ تغطي معظم أجزائه بمساحة 3014.871كم^2 ، أي: نسبة 93.81% من مساحته الإجمالية (شكل23، جدول 3).

6 ـ التربة الرملية:

وهي في معظمها إرسابات رِيحيّة، ترسّب قليلٌ منها بفعل المياه الجارية، وتظهر هذه الترب على شكل كثبان، وسهول رملية، ومراوح فيضية، كما تظهر في قيعان الأودية، وتتصف هذه التربة بأنها جافّة ذات محتوى متوسط من الكلس، خشنة القوام، إذ يضم هذا القوام الرملي الذي تصل نسبة الرمل فيه إلى 83% حوالي 35% مواد خشنة أكبر من 2 ملم،(وزارة الزراعة الأردنية،1993،1994)، وتوجد التربة الرملية في أحواض وادي عربة في حوض وادي الركية ـ

الأحيمر، وتشغل مساحة قدرها 114.672كم^2، أي: ما يعادل 39.97%، من مساحته الكلية، وتنتشر هذه التربة في معظم أجزاء حوض وادي اليُتم، إذ تغطي مساحة تقدر بحوالي 3114.726كم^2، أي: ما يعادل 70.30% من إجمالي مساحتة (شكل21، جدول3)، وأما في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية، فتظهر هذه التربة في حوض وادي جرذان، وتغطي مساحة تقدر بحوالي 24.489كم^2، بنسبة 11.03% من مساحته الكلية (شكل22، جدول3).

7 ـ تربة وادي الأردن:

توجد في المناطق التي يتراوح معدل أمطارها السنوي ما بين 200 ـ 350 ملم، وتنتشر هذه التربة في منخفض وادي الأردن الذي يمتد من شمال البحر الميت، إلى الحدود السورية، وكذلك توجد في جنوب البحر الميت إلى الغرب من الكرك، ومن أهم مميزات هذه التربة أنها ذات قوام متوسط إلى سلتي ناعم، وتحتوي آفاقها السطحية على نسبة عالية من المواد العضوية، مما يعكس طول مدة استغلالها في الزراعة (وزارة الزراعة الأردنية،1993) .

وتظهر هذه التربة عند مصبات الأحواض الغورية في حوض نهر الزرقاء، وحوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين (شكل18)، و(شكل19)، إذ تغطي مساحة تقدر بحوالي 54.322كم^2 ، 1.950كم^2 ، 13.608كم^2، بنسبة 1.11% ، 1.09% ، 7.17%، من المساحة الكلية لكل حوض على التوالي (جدول2)، في حين تظهر في أحواض البحر الميت في حوض وادي الكرك، إذ تغطي مساحة تقدر بحوالي 5.304كم^2، أي: ما يعادل 2.77% من المساحة الكلية لهذا الحوض (شكل20، جدول3).

8 ـ التربة الملحية في المناطق الطينية:

توجد هذه التربة في مناطق المناخ الصحراوي الجاف، حيث يقلّ معدل الأمطار السنوي على 50 ملم، وتتميز التربة الملحية في المناطق الطينية بقوامها الخشن، وهي تتكوّن نتيجة تعرُّض الإرسابات الحديثة في قيعان الأودية، ورواسب البُحيرات لعمليات التبخّر (وزارة الزراعة الأردنية،1993) وهذا التربة محدودة الانتشار في الأردن، وفي الأحواض المائية المختارة أيضًا، حيث لا تظهر إلا في حوض نهر الزرقاء، وتُقدر المساحة التي تغطيها بحوالي 216.404كم^2، أي: نسبة 4.42% من مساحتة الكلية (شكل18، جدول3)، وفي حوض وادي اليُتم، حيث تغطي مساحة تقدر بحوالي 98.133كم^2، أي: ما يعادل 2.21% من مساحته الكلية (شكل21، جدول3) .

9 ـ التربة الملحية فوق الرواسب الجبسية:

وهي من ضمن تُرب المناخ الصحراوي الجاف، حيث يكون معدل الأمطار السنوي أقل من 50 ملم، وتُعد هذه التربة من الإرسابات الحديثة التي تتواجد في قيعان المنخفضات الصحراوية في الأردن، مثل تواجدها في قاع منخفض الأزرق (وزارة الزراعة الاردنية، 1993)، وتوجد هذه التربة في حوض وادي راجل بالقرب من منطقة المصب، حيث تغطي مساحة تقدر بحوالي 159.037كم^2، أي: بنسبة 4.95% من مساحته الإجمالية (شكل23، جدول3) .

10 ـ التربة الملحية:

يُقصد بالتربة الملحية: التربة التي تكوّنت بفعل عمليات التبخّر في المناطق التي توجد فيها المياه على عمق أقل من مترين، أي: إنها عبارة عن تربة سبخات، وانتشارها في الأردن محدود، إذ تظهر على شكل سبخات بالقرب من محمية الأزرق المائية، وبالقرب من البحر الميت في غور الصافي، وفي وادي عربة (وزارة الزراعة الأردنية،1993)، وأما في الأحواض المائية المختارة، فتوجد هذه التربة في حوض وادي راجل عند مصبه، وتغطي مساحة قدرها 40.022كم^2 ، أي: بنسبة 1.24% من مساحته الكلية (شكل23، جدول3).

11 ـ التربة الصخرية البازلتية:

تتكوّن هذه التربة بفعل تفكّك، وتحلّل صخور الأساس -الصخور الأولية- نتيجة عمليات التجوية الميكانيكية والتجوية الكيميائية، وهي عبارة عن خليط من الحصى، والحجارة، والأجزاء الصخرية مع قليل من مكوّنات التربة الناعمة التي يقلّ قُطرها عن 2 ملم، إذْ تعمل على سدّ الفراغات ما بين هذه المواد، وينحصر انتشار هذه التربة في الجنوب الأردني، حيث تتواجد الصخور الأولية، وبالنسبة للأحواض المائية المختارة، فتظهر التربة الصخرية في أحواض وادي عربة، في وسط حوض وادي الركية ـ الأحيمر على شكل شريط يمتد من شمال الحوض إلى جنوبه، وتغطي مساحة تقدر بحوالي 172.199كم^2 ، أي: ما يعادل 60.02% من مساحته الكلية، وكذلك توجد في أماكن متفرقة من حوض وادي اليُتم، إذ تغطي مساحة قدرها 1217.641كم^2 أي: نسبة 27.48% من إجمالي مساحته (شكل21، جدول3) .

12 ـ تربة الكروموزول:

يوجد هذا النوع من التربة في المناطق التي يزيد معدل أمطارها السنوي عن 450 ملم، وتنشأ هذه التربة من أصل كلسي، أو من رواسب البُحيرات، وهي تربة ترتفع فيها نسبة الطين،

وتنخفض فيها نسبة المواد العضوية، وتتعرّض للتشقّق بعد جفافها (طه،2013)، وانتشار هذه التربة محدود جدًّا في الأحواض المائية المختارة، إذ توجد في الأحواض الغورية في الأجزاء الغربية من حوض نهر الزرقاء، وتغطي مساحة تقدر بحوالي 71.494كم^2 ، بنسبة 1.46% من مساحته الكلية (شكل18، جدول3)، وتوجد في أعالي حوضيْ: وادي شعيب، ووادي الكفرين، حيث تغطي مساحة 7.539كم^2 ، 0.969كم^2 ، بنسبة 4.24% ، 0.51% من مساحة كل حوض على التوالي (شكل19، جدول3)، هذا إضافة إلى وجودها في الأجزاء الشمالية من حوض وادي الموجب ـ الوالة أحد احواض البحر الميت، إذ تشغل مساحة صغيرة منه تقدر بحوالي 24.332كم^2 ، أي: نسبة 0.37 % من مساحته الكلية (شكل20، جدول3) .

2 . 5 ـ النبات الطبيعي:

يُعد التضاريس والمناخ خاصة الأمطار من العوامل الأساسية التي تتحكم في الغطاء النباتي الطبيعي في الأردن، حيث يلاحظ سيطرة النمط الطولي على التوزيع الجغرافي للنبات الطبيعي، وذلك تأثّرًا بالتضاريس والمناخ، فالغابات والأحراج توجد في المناطق العالية التي يفوق معدل أمطارها السنوي 300 ملم، بينما توجد النباتات الصحراوية الفقيرة في المناطق التي يقلّ معدل أمطارها السنوي عن 150 ملم، ويفصل ما بين النطاقين السابقين بيئة شبه صحراوية، تختلط فيها الشُّجيرات بالأعشاب (البحيري، 1994) .

وتأتي أهمية دراسة الغطاء النباتي في الدراسات المورفومترية للأحواض المائية في كونه عاملًا مؤثّرًا في العديد من خصائصها المورفومترية، إذ تعمل النباتات على زيادة معدل التسرّب المائي نحو الباطن، وبالتالي انخفاض كمية وسرعة الجريان السطحي للمياه، وتعمل على التقليل من مُعدلات النّحت بفعل المطر والرياح، ومن هنا تبرز أهمية الغطاء النباتي في كونه أحد العوامل المحددة للخصائص المساحية للأحواض المائية وخصائص الشبكة المائية فيها، ولقد تمّ في هذه الدراسة دراسة الغطاء النباتي في الأحواض المائية المختارة اعتمادًا على تقارير المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأرض لعام 1993 ، 1994، التي أعدتها وزارة الزراعة الأردنية بالتعاون مع شركة هنتنج للخدمات الفنية المحدودة، ومركز التربة وبحوث الأراضي البريطاني، واعتماداً على خريطة الغطاء النباتي في الأردن الواردة في أطلس الأردن والعالم 2006، الصادر عن المركز الجغرافي الملكي 2006 ، إذ أُدحلت هذه الخريطة إلى برنامج Gis وتم معالجتها، والاستفادة منها في تحديد أنواع الغطاء النباتي، وتوزيعه في كل حوض، وتم استخدام أيضًا دليل الاختلاف الخضري (NDVI) لتحديد أماكن تواجد الغطاء النباتي،

والمساحة الفعلية التي يشغلها من كل حوض من الأحواض المائية المختارة، وبناءً على ذلك يمكن تتبع توزيع الغطاء النباتي الطبيعي في تلك الأحواض كما يلي:

1 ـ نباتات إقليم البحر المتوسط:

في هذه الدراسة تمّ الجمع بين غابات البحر المتوسط، ونباتات البحر المتوسط غير الشجرية بما فيها الشُّجيرات الصغيرة، حيث تظهر نباتات إقليم البحر المتوسط في شمال الأردن وجنوبه، في المناطق المرتفعة التي يزيد معدل أمطارها السنوي عن 350 ملم، ومن أهم أشجار الغابات في هذا الإقليم أشجار بلوط السنديان، وبلوط العفص، والصنوبر، والعرعر، والبطوم، وأما النباتات غير الشجرية والشجيرات تتمثل في الشبرق، الصر، والكتيلا، والميرمية، واللبينة وغيرها من الأعشاب المصاحبة لها (وزراة الزراعة الأردنية، 1994)، وبالنسبة للأحواض المائية المختارة فتظهر نباتات إقليم البحر المتوسط في الأحواض الغورية على النحو التالي:

ـ حوض نهر الزرقاء: تنتشر نباتات إقليم البحر المتوسط في هذا الحوض في مساحة إجمالية تقدر بحوالي 1157.592كم^2 بنسبة 23.64% من مساحته الكلية، منها مساحة 461.797كم^2 بنسبة 9.43% غابات بلوط وصنوبر، ومساحة 695.795 كم^2 ، بنسبة 14.21% شجيرات صغيرة وأعشاب (شكل 24، جدول4) .

ـ حوض وادي شعيب: تبلغ المساحة التي تنتشر بها نباتات هذا الإقليم في هذا الحوض حوالي 116.272كم^2 أي: نسبة 65.39% من إجمالي مساحته، منها مساحة 62.491كم^2 بنسبة 35.15% غابات، ومساحة 53.781كم^2 بنسبة 30.24% شجيرات وأعشاب (شكل25، جدول4).

ـ حوض وادي الكفرين: تقدر المساحة التي تشغلها نباتات إقليم البحر المتوسط من هذا الحوض حوالي 115.137كم^2 أي: ما يعادل 60.65% من إجمالي مساحته، حيث تتوزّع ما بين غابات بلوط، وصنوبر، ومساحتها 50.532كم^2 بنسبة 26.62%، وبين شجيرات وأعشاب تُغطي مساحة قدرها حوالي 64.605كم^2 بنسبة 34.03% (شكل25، جدول4) .

وأما في أحواض البحر الميت، فتظهر نباتات إقليم البحر المتوسط على النحو التالي:

- حوض وادي الموجب - الوالة: يقتصر وجود نباتات إقليم البحر المتوسط في حوض وادي الموجب - الوالة على الشجيرات الصغيرة، والأعشاب، مثل: السدر، والبطم، واللبينة، حيث تقدر المساحة التي تنتشر فيها هذه النباتات في هذا الحوض بحوالي 1027.586كم^2 أي: ما يعادل 15.64% من إجمالي مساحته (شكل26، جدول4).

- حوض وادي الكرك: تنتشر نباتات إقليم البحر المتوسط في هذا الحوض بمساحة قدرها حوالي 100.421كم^2 أي: بنسبة 52.60% من مساحته الكلية، وهي في معظمها شجيرات صغيرة وأعشاب (شكل26، جدول4).

وتظهر نباتات هذا الإقليم في أحواض وادي عربة في الأجزاء الشمالية الشرقية من حوض وادي الركية - الأحيمر (شكل27)، حيث تنتشر في مساحة تقدر بحوالي 9.512كم^2، أي: بنسبة 3.31% (جدول4) .

وكذلك تظهر غابات البحر المتوسط في الجزء الغربي من حوض وادي جرذان، وهي تتكوّن في معظمها من أشجار العرعر، وتغطي مساحة صغيرة تقدّر بحوالي 5.707كم^2 بنسبة 2.59%، في حين توجد نباتات البحر المتوسط غير الشجرية في الأجزاء الوسطى من هذا الحوض، وتشغل مساحة قدرها 56.239كم^2، أي: ما يعادل 25.55% من مساحتة الكلية (شكل28، جدول4).

2 - نباتات إقليم الاستبس شبه الصحراوي (السهوب):

يظهر هذا الإقليم على هيئة شريط يمتد بمحاذاة إقليم نباتات البحر المتوسط، حيث يسود في المناطق التي يتراوح معدل أمطارها السنوي ما بين 150 - 250 ملم، وتتكوّن نباتات هذا الإقليم من شجيرات قصيرة، تختلف كثافتها تبعًا لاختلاف معدلات الأمطار، ومن أهمها: الأثل، والعوسج، والسدر، والغردق، والشيح، إضافة إلى العديد من أنواع الأعشاب مثل: القبا، والنميص (وزارة الزراعة الأردنية،1994؛ البحيري، 1994) .

وتنتشر نباتات هذا الإقليم في مساحات مختلفة في الأحواض المائية المختارة، ويمكن تتبّع توزيعها، والمساحات التي تنتشر فيها على النحو التالي:

ـ حوض نهر الزرقاء: تظهر نباتات هذا الإقليم في الأجزاء الوسطى من هذا الحوض على شكل شريط يمتد من الشمال إلى الجنوب (شكل24) ويغطي مساحة قدرها 1611.044كم^2، بنسبة 32.92% من مساحته الكلية (جدول4) .

ـ توجد نباتات إقليم الاستبس شبه الصحراوي (السهوب) في الجزء الغربي من حوض وادي شعيب (شكل25)، وتقدر المساحة التي تشغلها بحوالي 38.534كم^2 أي: بنسبة 21.67% من المساحة الإجمالية لهذا الحوض (جدول4) .

ـ حوض وادي الكفرين: توجد نباتات هذا الإقليم في الأجزاء الغربية من هذا الحوض (شكل25) حيث تُقدّر المساحة التي تشغلها بحوالي 45.235كم^2 ،أي: ما يعادل 23.83% من مساحته الكلية (جدول4) .

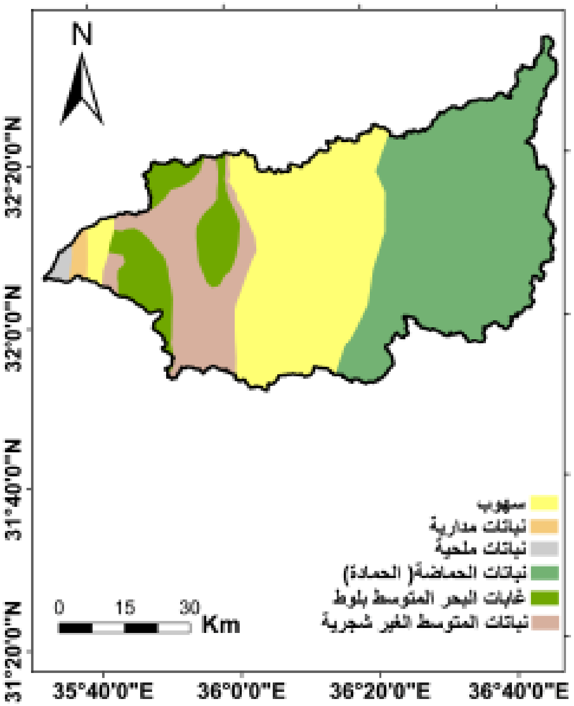
ـ حوض وادي الموجب ـ الوالة: تظهر نباتات هذا الإقليم في الأجزاء الوسطى والغربية من هذا الحوض (شكل26)، وتقدر المساحة التي تغطيها بحوالي 3097.450كم^2 أي: بنسبة 47.14% من إجمالي مساحته (جدول4).

ـ حوض وادي الكرك: تنتشر نباتات إقليم الاستبس شبه الصحراوي في الأجزاء الوسطى من هذا الحوض (شكل26)، وتغطي مساحة قدرها 35.193كم^2 أي: نسبة 18.43% من مساحته الكلية (جدول4).

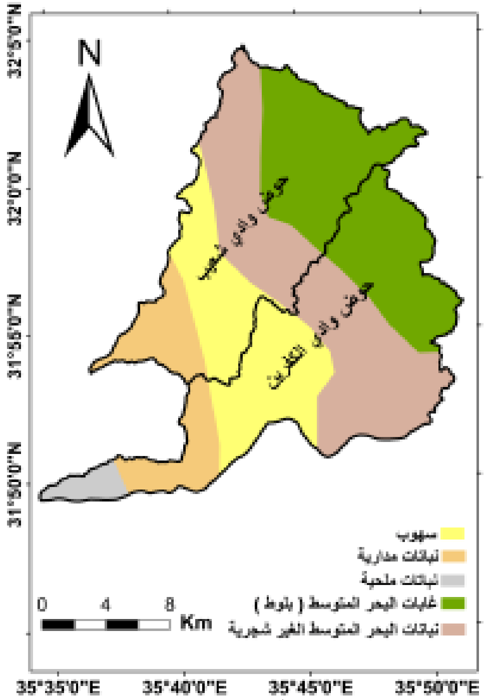
ـ حوض وادي الركية ـ الأحيمر: تنتشر نباتات إقليم الاستبس شبه الصحراوي معظم أجزاء هذا الحوض (شكل27)، حيث تبلغ المساحة التي تشغلها حوالي 227.853كم^2 أي: 79.43% من مساحته الكلية (جدول4).

ـ حوض وادي اليُتم: تظهر نباتات هذا الإقليم في الأجزاء الشمالية، والشمالية الغربية من هذا الحوض (شكل27)، وتبلغ المساحة التي تنتشر فيها حوالي 590.225كم^2 ما يعادل 13.32% من مساحتة الإجمالية (جدول4).

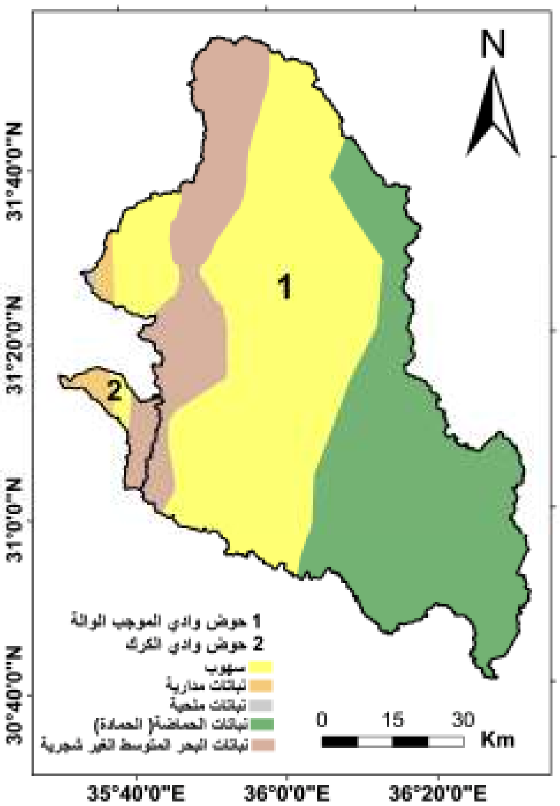
ـ حوض وادي جرذان: تنتشر نباتات هذا الإقليم في الأجزاء الوسطى، والشرقية من هذا الحوض (شكل28)، وتقدر المساحة التي تشغلها بحوالي 158.14كم^2 أي: نسبة 71.86% من مساحته الكلية (جدول4).



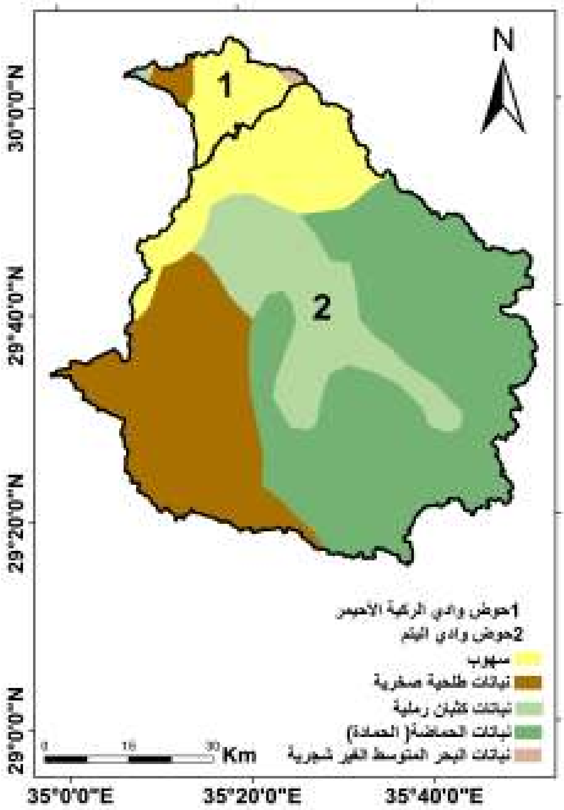
شكل (24) الغطاء النباتي في حوض نهر الزرقاء



شكل (25) الغطاء النباتي في حوضي وادي شعيب ووادي الكفرين

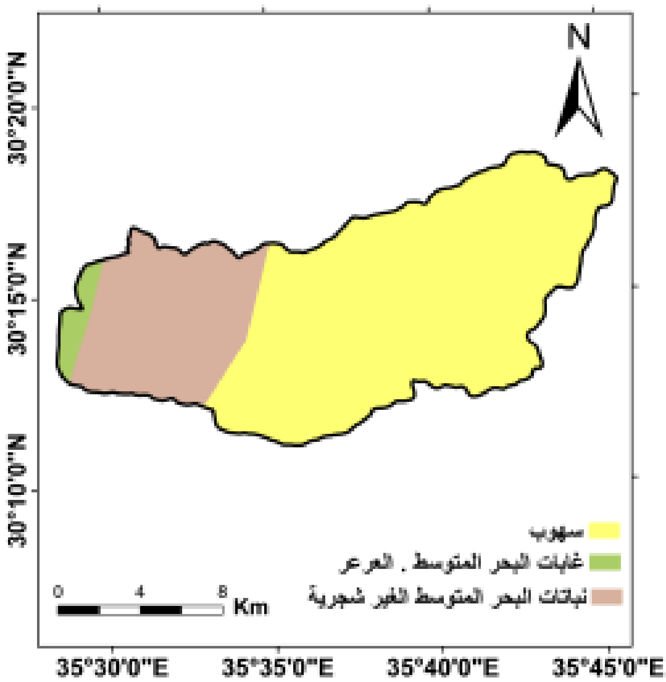


شكل (26) الغطاء النباتي في حوضي وادي الموجب - الوالة ووادي الكرك

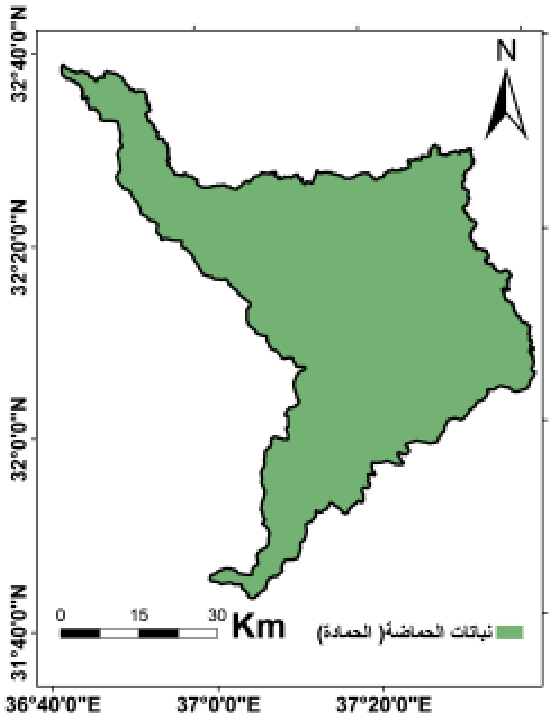


شكل(27)الغطاء النباتي في حوضي وادي الركية - الأحيمر ووادي اليتم

ـ المصدر: خريطة النبات الطبيعي المركز الجغرافي الملكي الأردني (2006)



شكل (28) الغطاء النباتي في حوض وادي جرذان



شكل (29) الغطاء النباتي في حوض وادي راجل

ـ المصدر: خريطة النبات الطبيعي المركز الجغرافي الملكي الأردني (2006)

جدول (4) النبات الطبيعي في الأحواض المائية المختارة

الأحواض المائية المختارة	نباتات إقليم البحر المتوسط		نباتات إقليم الاستبس		نباتات الإقليم الصحراوي		النباتات المدارية		النباتات الملحية	
	المساحة كم²	%	المساحة كم²	%	المساحة كم²	%	المساحة كم²	%	المساحة كم²	%
حوض نهر الزرقاء	1157.592	23.64	1611.044	32.92	2058.865	42.06	37.676	0.77	29.577	0.60
حوض وادي شعيب	116.272	65.39	38.534	21.37	------	-----	22.993	12.93	--------	------
حوض وادي الكفرين	115.137	60.65	45.235	23.83	-------	-------	21.238	11.18	8.219	4.32
حوض وادي الموجب ـ الوالة	1027.586	15.64	3097.450	47.14	2394.896	36.44	44.731	0.67	6.987	0.10
حوض وادي الكرك	100.421	52.60	35.193	18.43	-------	-------	55.165	28.89	0.121	0.06
حوض وادي الركية ـ الأحيمر	9.512	3.31	227.852	79.43	49.506	17.25	____	____	--------	----
حوض وادي اليتم	------	------	590.225	13.32	3840.272	86.68	____	____	-------	------
حوض وادي جرذان	61.946	28.14	158.14	71.86	------	-----	____	____	-------	--------
حوض وادي راجل	------	-----	------	-----	3213.930	100	-----	-----	-----	-----

3 ـ نباتات الإقليم الصحراوي:

تشمل نباتات الإقليم الصحراوي نباتات الحماضة (الحمادة)، ونباتات الكثبان الرملية، والنباتات الطلحية، ويظهر هذا الإقليم إلى الشرق من إقليم الاستبس شبه الصحراوي، حيث يسود هذا الإقليم في المناطق التي يقل معدل أمطارها السنوي عن 100 ملم، وبالتالي فإنّ نباتات هذا الإقليم تغطي مساحات واسعة من الأردن، وهي تنمو على شكل تجمّعات مبعثرة في المنخفضات، وبُطون الأودية الصحراوية، والحمادة، والسهول، والكثبان الرملية، ومن أهم أنواعها: الرّتم، والمرار، والقطف بشكل جزئي، والشنان، والفراش، والعلندر، والقرمل، والشيح، والبطم الأطلسي (وزارة الزراعة الأردنية،1993)، وتوجد نباتات هذا الإقليم في الأحواض المائية المختارة على النحو التالي:

ـ تظهر نباتات الإقليم الصحراوي (الحمادة) في الأجزاء الشرقية من حوض نهر الزرقاء (شكل24)، حيث تنتشر في مساحة قدرها 2058.865كم^2، أي: ما يعادل 42.06% من مساحته الإجمالية (جدول4) .

ـ حوض وادي الموجب ـ الوالة: تنتشر النباتات الصحراوية التي في معظمها من نباتات الحماضة (الحمادة) في الأجزاء الشرقية، والجنوبية الشرقية من هذا الحوض (شكل26)، على مساحة تقدر بحوالي 2394.896كم^2 أي: ما يعادل 36.44% من مساحته الإجمالية (جدول4) .

ـ حوض وادي الركية ـ الأحيمر: تنتشر نباتات هذا الإقليم في الأجزاء الغربية من هذا الحوض (شكل27)، وفي مساحة قدرها 49.506كم^2، بنسبة 17.25% من مساحته الكلية (جدول4)، منها: مساحة 40.791كم^2، بنسبة 14.21% نباتات طلحية، ومساحة 8.715كم^2 بنسبة 3.03% نباتات كثبان رملية.

ـ حوض وادي اليُتم: توجد نباتات هذا الإقليم في معظم أجزاء هذا الحوض (شكل27)، إذ تنتشر في مساحة قدرها حوالي 3840.275كم^2 بنسبة 86.68% من مساحته الكلية (جدول4)، موزّعة ما بين نباتات الكثبان الرملية التي توجد في وسط هذا الحوض، وتغطي مساحة تقدر بحوالي726.657كم^2 بنسبة16.41%، ونباتات الحمادة وتوجد في الأجزاء الشرقية، والجنوبية الشرقية، والجنوبية من هذا الحوض، وتشغل مساحة قدرها 2045.983كم^2 بنسبة 46.18%، والنباتات الطلحية التي تظهر في أجزائه الجنوبية الغربية، وتشغل مساحة تقدر بحوالي 1067.635كم^2 بنسبة 24.09% .

ـ حوض وادي راجل: تنتشر نباتات هذا الإقليم في كل أجزاء هذا الحوض، إذ تنتشر في كامل مساحته المقدرة بحوالي 3213.930كم^2، وهي في أغلبها نباتات الحمادة (شكل29، جدول4).

4 ـ النباتات المدارية (غير النطاقية):

وهي مجتمعات نباتية تتطلب دورة حياتها تَوفّر ظروف معينة من حيث التربة، والرطوبة، تختلف عن الظروف المحلية، ومن أهم أنواع هذه النباتات: الحور الفراتي، والصفصاف، والطرفة، وهي توجد في المساطب الوسطى والسفلى في العديد من الأودية التي تتجه إلى البحر الميت ووادي الأردن(وزارة الزراعة الاردنية،1993)، وأما في أحواض الدراسة فتظهر في الأحواض التالية:

ـ حوض نهر الزرقاء: تنتشر هذه النباتات بالقرب من منطقة مصب هذا الحوض (شكل24) في مساحة تقدر 37.676 كم^2 ، أي: ما يعادل 0.77% من مساحته الكلية (جدول4).

ـ حوض وادي شعيب: حيث توجد هذه النباتات في منطقة مصب هذا الحوض (شكل25)، وتغطي مساحة قدرها حوالي 22.993 كم^2 بنسبة 12.93% من إجمالي مساحته (جدول4).

ـ حوض وادي الكفرين: تنتشر هذه النباتات بالقرب من مصب هذا الحوض (شكل25)، وتشغل مساحة تقدر بحوالي 21.238كم^2 أي: ما يعادل 11.18% من مساحته الكلية (جدول4).

ـ حوض وادي الموجب ـ الوالة: تظهر هذه النباتات في الأجزاء الغربية من هذا الحوض (شكل27)، وتغطي مساحة حوالي 44.371كم^2 أي: بنسبة 0.67 % من مساحته (جدول3) .

ـ حوض وادي الكرك: تنتشر هذه النباتات في الأجزاء الغربية من هذا الحوض، بما في ذلك منطقة المصب أيضًا (شكل27)، إذ تشغل مساحة تبلغ حوالي 55.165كم^{2}أي: ما يعادل 28.89% من مساحته الكلية (جدول4).

5 ـ النباتات الملحية :

وهي نباتات تتحمّل الملوحة، وتنمو في تربة لا هوائية (غدّاقة) في السبخات الواقعة إلى الشرق من البحر الميت، وفي قاع وادي الأردن، ومن أهم أنواع هذه النباتات: الأثل، والعكرش، والحلفاء،(وزارة الزراعة الأردنية،1993)، ويوجد هذا النوع من النباتات في مساحات صغيرة جدًا في بعض الأحواض المائية المختارة، حيث تنتشر في منطقة المصب في حوض نهر الزرقاء، وحوض وادي الكفرين، وحوض وادي الموجب ـ الوالة، وحوض وادي الكرك، وتقدّر المساحة التي تغطيها في كل حوض من الأحواض سابقة الذكر بحوالي 29.577كم^2، 8.219كم^2،

6.987كم^2، 0.121كم^2، أي: ما يعادل 0.60%، 4.32%، 0.10%، 0.06% من المساحة الإجمالية لكل حوض على التوالي (أشكال 24، 25،26)، (جدول4).

ولاستخراج نسبة تغطية الغطاء النباتي الطبيعي، وتوزيعه المكاني، وتحديد المساحات التي يتواجد فيها فعليًّا في الأحواض المائية المختارة، ونسبتها من مساحة كل حوض، تمّ استخدام دليل الاختلاف الخضري(Normalized Differences Vegetation Index) (NDVI)، بالاعتماد على المرئيات الفضائية 2014، Landsat- 8 ويأخذ هذا الدليل الشكل التالي:

NDVI = (NIR - R)/(NIR +R) (Tueker, 1998)

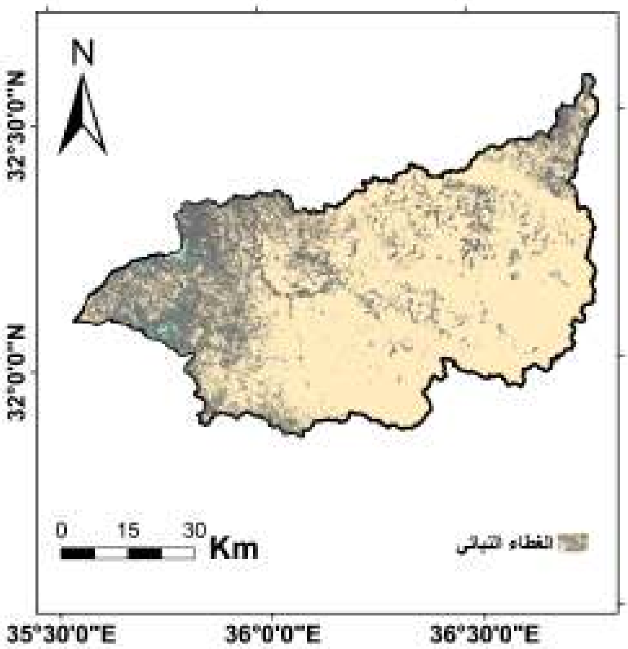
NDVI = b5- b4/ b5+b4

حيث إن NIR = الأشعة تحت الحمراء   R = الأشعة الحمراء

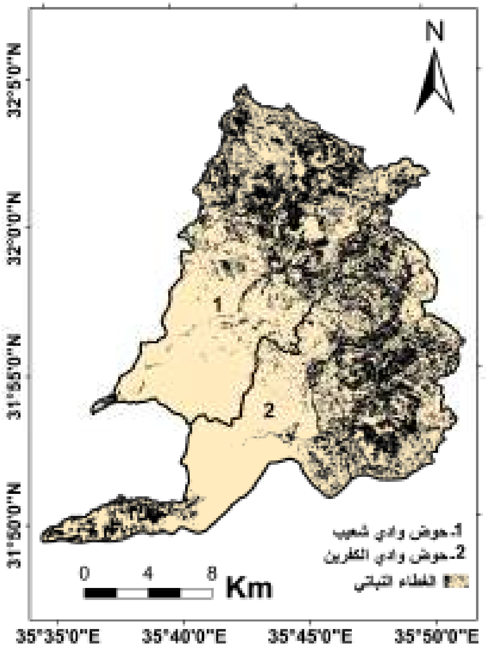
وبناءً على ذلك تمّ تحديد التوزيع المكاني للغطاء النباتي في الأحواض المائية المختارة، والمساحة التي يشغلها، ونسبتها من كل حوض، كما هو موضح في (جدول5، الأشكال 30 - 35)

جدول (5) مساحة الغطاء النباتي الطبيعي في الأحواض المائية المختارة باستخدام دليل (NDVI)

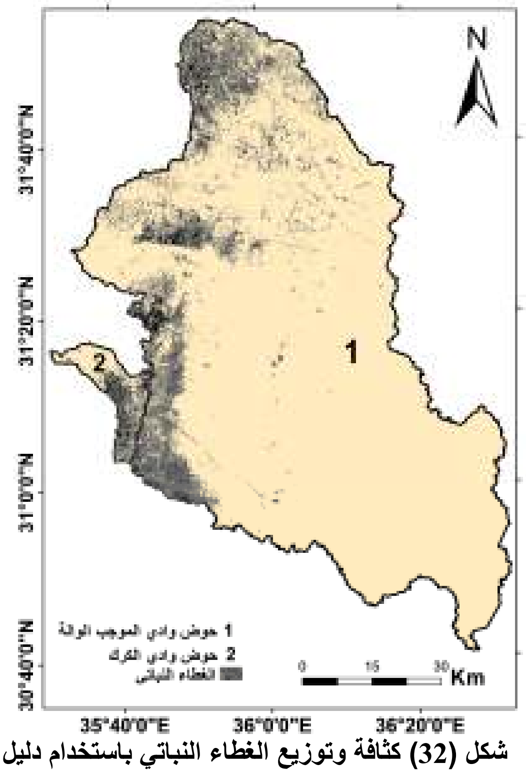
الحوض	المساحة المغطاة بالنباتات كم^2	النسبة من مساحة الحوض %
حوض نهرالزرقاء	566.200	11.56
حوض وادي شعيب	48.149	27.08
حوض وادي الكفرين	60.098	31.66
حوض وادي الموجب ـ الوالة	418.554	6.37
حوض وادي الكرك	52.397	27.44
حوض وادي الركية ـ الأحيمر	0.021	0.007
حوض وادي اليتم	264.738	5.97
حوض وادي جرذان	2.968	1.34
حوض وادي رجل	12.845	0.40



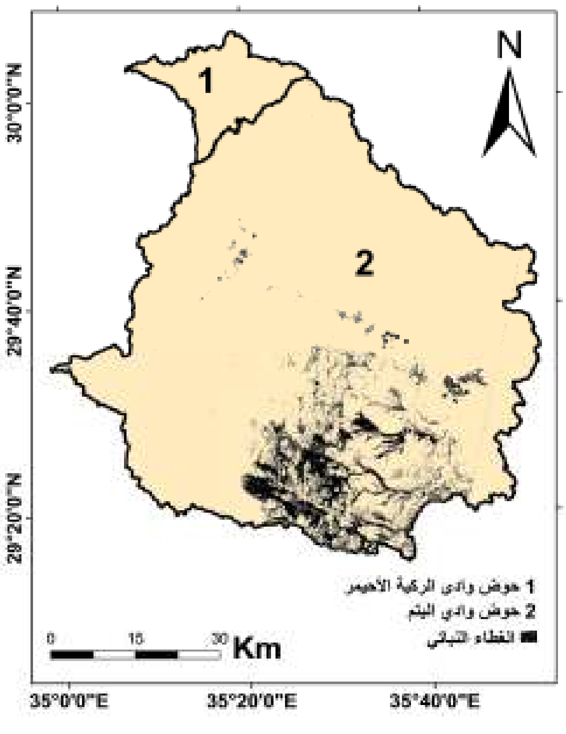
شكل (30) كثافة وتوزيع الغطاء النباتي باستخدام دليل (NDVI) في حوض نهر الزرقاء



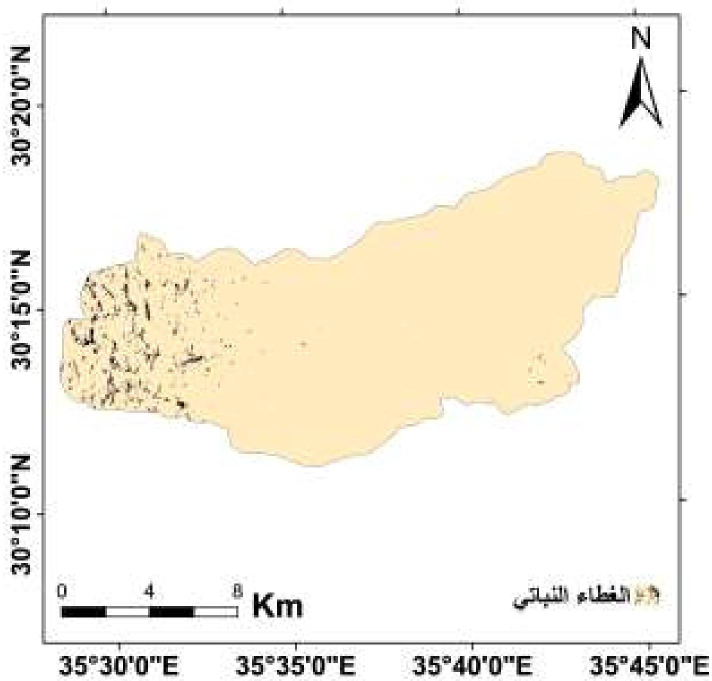
شكل (31) كثافة وتوزيع الغطاء النباتي باستخدام دليل (NDVI) في حوضي وادي شعيب ووادي الكفرين



شكل (32) كثافة وتوزيع الغطاء النباتي باستخدام دليل (NDVI) في حوض وادي الموجب ـ الوالة وحوض وادي الكرك

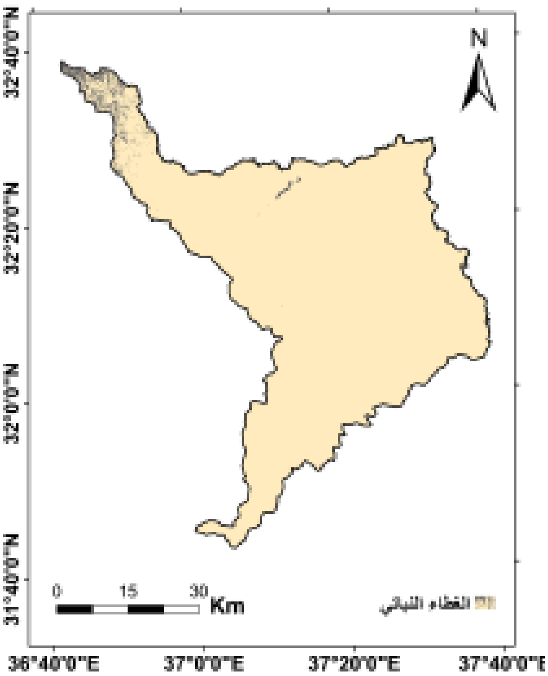


شكل (33) كثافة وتوزيع الغطاء النباتي باستخدام دليل (NDVI) في حوضي وادي الركية ـ الأحيمر ووادي اليتم



شكل (34) كثافة وتوزيع الغطاء النباتي باستخدام

دليل (NDVI) في حوض وادي جرذان



شكل (35) كثافة وتوزيع الغطاء النباتي باستخدام

دليل (NDVI) في حوض وادي راجل

الفصل الثالث

المتغيرات المورفومترية وطرائق حسابها

3 .1 - الخصائص المورفومترية

3 . 2 - طرائق حساب المتغيرات المورفومترية

الفصل الثالث

المتغيرات المورفومترية وطرائق حسابها

تُعد الخصائص المورفومترية للأحواض المائية عنصرًا هامًّا في فهم تطور الأحواض المائية والعمليات الجيومورفولوجية، والهيدرولوجية فيها، وتساعد أيضًا على فهم التأثيرات المتبادلة بين الشبكة المائية، والعوامل الطبيعية الأخرى الجيولوجية، والمناخية، والتربة، والغطاء النباتي، وما ينتج عنها من أشكال أرضية مختلفة تُحاتية، وإرسابية في تلك الأحواض.

وبالرغم من اختلاف الدراسات المورفومترية - من حيث عدد المتغيرات المورفومترية المختارة في كل دراسة- نتيجة لاختلاف أهدافها - إلا أنه يمكن تصنيف تلك المتغيرات إلى مجموعات رئيسية محددة، وهي مجموعة المتغيرات المساحية، ومجموعة المتغيرات الشكلية، ومجموعة المتغيرات التضاريسية، ومجموعة متغيرات الشبكة المائية (سلامة، 1980).

ويتناول هذا الفصل الخصائص المورفومترية وطرائق حسابها، من خلال حساب وتحليل 24 متغيرًا مورفومتريًا، يمكن توضيحها على النحو التالي :

3 .1 - المتغيرات المورفومترية :

3 . 1 .1 - الخصائص المورفومترية المساحية :

1 - مساحة الحوض : Basin Area(A)

تُعرّف مساحة الحوض بأنها المنطقة التي تُزود الروافد، أو المجاري المائية بمياه التساقط، ويعد هذا المتغير من المتغيرات الهامة التي تؤثر بشكل مباشر في حجم التصريف المائي والناتج الرسوبي للحوض المائي، فالعلاقة طردية بينها في الأحواض صغيرة المساحة، وذلك في حالة تماثل الظروف المناخية، وعكسية في الأحواض كبيرة المساحة، ، وهذا ما أكّده Schumm (1963) في دراسة له أجراها في غرب الولايات المتحدة الأمريكية على بعض الأحواض المائية الصغيرة (Selby,1985)، فضلاً عن تأثيرها على قيم العديد من المتغيرات المورفومترية الأخرى، وتتأثر مساحة الحوض بعدة عوامل من أهمها: عامل الزمن، والمناخ، والتكوينات الجيولوجية، والأنشطة التكتونية، ولهذا تختلف المساحة من حوض لآخر تبعًا لاختلاف العوامل السابقة الذكر.

2 - طول الحوض : Basin length(L_b)

حُسب طول الحوض اعتمادًا على أكثر الطرق شيوعًا في تحديد طول الأحواض المائية، وهي طريقة Schumm (1956)، إذ حدّد شُوم طول الحوض بخط يمتد من مصبّه إلى أبعد نقطة على محيطه، بحيث يكون هذا الخط على المحور المستقيم للنهر الرئيسي، ومن أهم العوامل المؤثرة في طول الحوض مُعدّل نُمو المجاري المائية، والنحت التراجعي، ومساحة الحوض.

وتكمُن أهمية طول الحوض في كونه متغيرًا مورفومتريًّا؛ لتأثيره على الجريان السطحي في الحوض، من حيث تحديد المدة الزمنية اللازمة لتفريغه من مياهه، وحُمولتها الرسوبية، فكلّما زاد طول الحوض زادت المدة الزمنية اللازمة لذلك، ومن ثم زادت معدّلات تبخّر المياه وتسرّبها (Horton, 1945).

3 - محيط الحوض : Perimeter basin(P)

يشير Schumm (1956) إلى أن محيط الحوض المائي يمثل حدوده الخارجية، وهو يتمثل في خط تقسيم المياه الذي يفصل الحوض عن الأحواض المجاورة له (Nayar, and Nataraju, 2013)

ويُعد هذا المتغير من المتغيرات المورفومترية الأساسية، إذ إنه يرتبط بالعديد من المتغيرات المورفومترية الأخرى، مثل مساحة الحوض، وشكل الحوض، وطوله، واستطالته، واستدارته (Abdulla, 2011)، ومن أهم العوامل المؤثرة في محيط الحوض من حيث التعرّج والاستقامة، والطول، وانعكاسات ذلك على قيم المتغيرات المورفومترية الأخرى المرتبطة به، تطوّر شبكة المجاري المائية من الدرجة الأولى، ومعدلات تكرارها، إضافة إلى النحت التراجعي، وامتدادات الصّدوع وتوزيعها (سلوم،2012).

2. 1 . 3 - الخصائص الشكلية :

1 - نسبة الاستطالة : Elongation Ratio(R_e)

اقترح Schumm (1956) نسبة الاستطالة لتحديد مدى التشابه بين شكل الحوض والشكل المستطيل، فكلّما ابتعدت هذه النسبة عن الواحد الصحيح واقتربت من الصفر دلّ ذلك على اقتراب شكل الحوض من الشكل المستطيل (Khdari, and Dhamankar, 2013) ، ويُعد هذا المتغير مؤشرًا هامًّا في معرفة خصائص الشبكة المائية في الحوض المائي، وكلّما اقترب شكل الحوض

من الشكل المستطيل صغرت أطوال المجاري، وزاد عددها في الُرتب الدنيا، وزاد طول المجرى الرئيسي، فتزداد مدة التصريف، ويزداد معها نسبة الفاقد المائي بسبب التسرب والتبخر، ويتضاءل خطر التعرض للفيضان (سلامة،2004) .

وتصنف الأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة وفقاً لمعادلة Schumm(1956) كما يلي (جدول6) :

(جدول6) تصنيف الأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة

النسبة	التصنيف	المرحلة العمرية للحوض
أقل من 0.5	كبيرة الاستطالة	الشباب
0.5 – 0.7	مستطيلة	
0.7 – 0.8	صغيرة الاستطالة	نضج
0.8 – 0.9	بيضاوية	
0.9 – 1	دائرية	الشيخوخة

(Aldarraji, 2013)

2 ـ نسبة الاستدارة : Circularity ratio(R_c)

وفقاً لتعريف Miller (1953) ، و (1964) Strahler فإن نسبة الاستدارة تعني النسبة بين مساحة حوضٍ ما، ومساحة دائرة يساوي طول محيطها طول محيط الحوض نفسه.

وتُوضح نسبة الاستدارة مدى اقتراب الحوض من الشكل الدائري أو ابتعاده عنه، إذ تتراوح نسبة الاستدارة مابين 0 ـ 1، فكُلما اقتربت النسبة من 1 صحيح دلّ ذلك على اقتراب الحوض من الشكل الدائري، وكلّما ابتعدت النسبة عنه باتجاه الصفر دلّ ذلك على ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري، وتتأثر قيم نسبة استدارة الأحواض المائية بالعديد من الخصائص الطبيعية من أهمها: الخصائص الجيولوجية، والمناخيّة، والتضاريسيّة، ودرجة كثافة الغطاء النباتي في تلك الأحواض (Chavare, and Shinde, 2013) .

وتعكس نسبة استدارة الحوض المائي مدى تعرّج محيطه، فكُلّما زادت نسبة الاستدارة واقتربت من 1 صحيح قلّ تعرّج محيط الحوض، والعكس صحيح، وتعكس نسبة الاستدارة أيضًا المرحلة العمُرية التي يمرّ بها الحوض، إذ كلّما اقترب الحوض من الشكل الدائري أي: من نسبة 1 صحيح دلّ ذلك على تقدُّم الدورة الحَتّية في الحوض ووصوله إلى مرحلة الشيخوخة (Abdulla, 2010).

إضافةً إلى ما تقدّم فإنّ الأحواض المائية المستديرة الشكل، أو القريبة من الشكل الدائري، تكون أكثر عُرضة للفيضانات من الأحواض مستطيلة الشكل؛ وذلك لقِلّة الوقت اللازم في الوصول إلى قمة الجريان (Morisawa, 1968; Chorley,1973; Goudie,1993) .

3 : معامل الشكل Form factor(R_f)

يُبيّن هذا المعامل مدى انتظام عرض الحوض المائي على طول امتداده من منطقة المنبع إلى بيئة المصب، وقد أشار (Horton(1932 إلى أنّ معامل الشكل يوضح العلاقة بين مساحة الحوض ومربع طوله، وهو مؤشر على مدى انتظام أبعاده، كما أشار إلى أن قيم عامل الشكل تتراوح في أغلب الأحواض المائية ما بين 0.1 - 0.8 ، وتدل القيم المنخفضة له على استطالة الحوض، وبالتالي يحتاج الوصول إلى قمة الجريان إلى مدة زمنية أطول، في حين تشير القيم المرتفعة لهذا المعامل، إلى استدارة الحوض، ومن ثَم سرعة تدفّق المياه، وقِصر الوقت اللازم في الوصول إلى قمة الجريان، مما يجعل الحوض عرضة لمخاطر الفيضانات

(Sethupathi, et al , 2011; Pereta and Pereta, 2012; Khadri and Dhamnkar, 2013) .

4 - نسبة التفلطح : Lemniscat ratio(k)

وضع (Chorely(1957 معادلة حساب هذا المتغير لتحديد مدى اقتراب شكل الحوض من الشكل الكُمّثري أو المخروطي، وترتبط قيمة هذا المتغير عكسيًّا مع درجة تفلطح الحوض، حيث تدلّ القيم المرتفعة لنسبة التفلطح على قلة تفلطحه واقترابه من الشكل المستطيل، في حين تدلّ القيم المنخفضة لنسبة التفلطح على تفلطح الحوض واقترابه من الشكل الكمثري أو المخروطي، مما يعني مَيله إلى الاستدارة، وتشير القيم المرتفعة لهذه النسبة إلى أن الحوض لم يقطع شوطاً طويلاً في عمليات التعرية المائية، إضافة إلى قلة أعداد وأطوال المجاري المائية في الرتب الدنيا، بينما تشير قيمها المنخفضة إلى عكس ذلك، والجدير بالذكر أنه ليس هناك تحديد ثابت يمكن الاعتماد عليه فيما إذا كانت قيمة التفلطح منخفضة أو مرتفعة، ولكن من خلال العديد من الدراسات تعتبر قيمة نسبة التفلطح منخفضة إذا كانت تتراوح من 0.1 - 0.50 ، ومتوسطة من 0.51 - 1 ، ومرتفعة إذا كانت أكثر من 1.

3 . 1 .3 - الخصائص المورفومترية التضاريسية :

1 - تضرس الحوض : Basin relief(B_h)

يعكس تضرس الحوض المائي الظروف الجيولوجية مثل نوع الصخور وخصائصها البُنيوية، والمقصود بهذا المتغير الفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة في الحوض من حيث الارتفاع (متر)، وتظهر أهمية هذا المتغير في الدراسات المورفومترية باعتباره عاملاً مؤثرًا في الكثافة التصريفية، والتكرار النهري، وعمليات التعرية، والناتج الرسوبي، والأشكال الأرضية الناجمة عن ذلك، ويُعد أيضًا مؤشرًا جيدًا يمكن من خلاله التعرّف على المرحلة التي يمر بها الحوض من دورته الحتية (Schumm, 1956) .

2 - نسبة التضرس : Relief ratio(R_r)

يتم حساب نسبة تضرس الحوض وفقًا لشوم (1956) Schumm من خلال قسمة تضرّس الحوض (الفرق بين أعلى منسوب وأقل منسوب داخل الحوض) على طول الحوض، وأشار شوم Schumm (1956) إلى وجود علاقة طردية بين نسبة التضرس والخصائص الهيدرولوجية للحوض، حيث إنّ ارتفاع قيم نسبة التضرس تعمل على زيادة كثافة التصريف، والتكرار النهري، وتُساهم في زيادة عمليات التعرية النهرية، وأظهر أيضًا وجود علاقة عكسية بين نسبة التضرس ومساحة الحوض، حيث تزداد نسبة التضرس مع تناقص مساحة الحوض .(Sethupathi, et al , 2011)

3 - درجة الوعورة :Ruggedness number(R_n)

ترتبط درجة الوعورة مع تضرس الحوض، وكثافة التصريف Drainage density بعلاقة طردية، فكلما زادت قيمتيْ التضرس، وكثافة التصريف زادت درجة الوعورة، وتكون درجة الوعورة منخفضة في المراحل الأولى من الدورة الحَتّية، وتتزايد مع الزمن إلى أن تصل ذِروتها في مرحلة النّضج، ثم تبدأ بعد ذلك في الانخفاض في مرحلة الشيخوخة والاقتراب من نهاية الدورة الحَتّية (Abdulla, 2011; Pareta and Pareta, 2012) .

وفي دراسة لـ Strahler (1956) لعدد من الأحواض المائية في الولايات المتحدة الأمريكية، اتضح أن درجة الوعورة في الغالب تتراوح ما بين 0.6 في الأحواض المائية القليلة التضرس، وأكثر من 1 صحيح في الأحواض شديدة التضرس والانحدار، ومن هنا يمكن القول بأن درجة

الوعورة إذا زادت عن 1 صحيح تكون مرتفعة، ويمكن تصنيف أسطح الأحواض المائية في منطقتنا إلى خمس فئات بناءً على درجة الوعورة (جدول8) (Farhan, et al, 2015)

جدول (7) تصنيف أسطح الأحواض المائية بناءً على درجة الوعورة

الفئة	قيمة درجة الوعورة	حالة سطح الحوض
1	0.1 >	مستوى السطح
2	0.4 - 0.1	سطح قليل التضرس
3	0.7 - 0.4	سطح معتدل التضرس
4	1.0 - 0.7	سطح حاد التضرس (ذو تضاريس وعرة)
5	1.0 <	سطح حاد التضرس جدًّا (ذو تضاريس وعرة جدًّا)

المصدر : (Farhan, et al , 2015)

4 ـ نسيج الحوض : Drainage texture(D_t)

يشير هذا المتغير إلى مدى بُعد، أو قُرب المجاري المائية عن بعضها البعض، بغضّ النظر عن أطوالها، أي مدى تقطُّع الحوض بالمجاري المائية، ويتأثّر نسيج الحوض وفقًا لرأي Smith (1950) بعددٍ من العوامل الطبيعية منها: مُعدّل الأمطار، والغطاء النباتي، ونوع الصخور، والتربة ودرجة نفاذيّتها، والطوبوغرافيا، والزمن أي: المرحلة العمرية التي يمر بها الحوض من الدورة الحتية، فالأحواض المائية ذات الصخور اللينة ـ مع قلة الغطاء النباتي ـ يكون نسيجها ناعمًا، في حين يكون النسيج في الأحواض المائية ذات الصخور الصّلبة خشِنًا (Sethupathi, et al, 2012; Jasrotia et al , 2012; Khadri and Dhamankar, 2013)

ووفقاً لـ Horton (1945) فإنّ قيمة نسيج الحوض تتحدّد بواسطة قسمة المجموع الكُلي لعدد المجاري المائية في مختلف الرّتب في الحوض المائي على محيط الحوض، وبناءً على ذلك صنّف Smith (1950) نسيج الحوض من حيث القوام إلى 5 فئات (جدول 8) .

جدول (8) تصنيف (Smith, 1950) لنسيج الأحواض المائية

قيمة النسيج	نوع النسيج
أقل من 2	خشن جداً
2 - 4	خشن
4 - 6	متوسط الخشونة
6 - 8	ناعم
8 فأكثر	ناعم جداً

المصدر: (Khadri, and Dhamankar, 2013 ; Smith,1950)

5 ـ مؤشر التآكل أو التعمق الرأسي : Dissection index(D_{is})

يُعبّر هذا المتغير عن درجة التعمّق الرأسي الذي تعرّض له الحوض، وهو مؤشّر عن تضرس سطح الحوض، وتتراوح قيمة هذا المتغير ما بين 0 في حالة الغياب الكامل للنحت الرأسي واستواء السطح، و1 في حالة وجود المنحدرات شديدة الانحدار أو العمودية كما هو الحال في الجُروف الجَبليّة، أو البحرية (Khadri, and Dhamankar, 2013)، ومن الجدير بالذكر أن قيمة مؤشر التآكل، أو الحَت الرأسي تتجاوز 1 في الأحواض المائية التي يكون مستوى القاعدة التي تسعى للوصول إليه أقلّ ارتفاعًا من مستوى سطح البحر، كما هو حال عديدٍ من الأحواض المائية في الأردن التي تصب في غور الأردن، والبحر الميت، ووادي عربة؛ لذلك فمن المناسب اقتراح تصنيف آخر يُصنِّف أسطح الأحواض المائية حسب مؤشر التآكل أو الحت الرأسي إلى خمس فئات (جدول 9) (Farhan, et al, 2015).

جدول (9) تصنيف أسطح الأحواض المائية حسب مؤشر التآكل والحت الرأسي

الفئة	قيمة مؤشر التآكل	تصنيف سطح الحوض
1	أقل من 0.1	سطح مستوي ـ إلى مموج
2	0.1 - 0.4	سطح أكثر تموُّجًا
3	0.4 - 0.7	الحت الرأسي مُعتدل (السطح متوسط التقطع)
4	0.7 - 1.0	الحت الرأسي عالي (السطح شديد التقطّع)
5	أكثر من 1.0	الحت الرأسي عالي جدًّا (السطح شديد التقطع جدًّا)

المصدر: (Farhan, et al, 2015)

6 ـ التكامل الهبسومتري : Hypsometric integral(H_i)

يُستخدم هذا المتغيّر لفهم العلاقات القائمة بين العمليات التكتونية، والخصائص الجيولوجية، والمناخية، وعمليات التعرية وتأثيرها على التطور الحَتّي للأحواض المائية، ومن خلال قيمة التكامل الهبسومتري التي تتراوح ما بين 0 ـ 1 يمكن تحديد المرحلة الحَتّية التي يمر بها الحوض، فإذا تراوحت قيمة (Hi) ما بين 0.6 -1 دلّ ذلك على أن الحوض في مرحلة الشباب (مرحلة عدم التوازن)، وأما إذا كانت قيمة (Hi) ما بين 0.35 ـ 0.6 فهذا يعني أن الحوض في مرحلة النُّضج من الدورة الحَتّية وهي (مرحلة التوازن)، في حين يكون الحوض في مرحلة الشيخوخة إذا كانت قيمة (Hi) أقل من 0.35 ، وتجدر الإشارة إلى أن القيم المرتفعة لهذا المتغير تشير إلى أن أجزاءً كثيرةً من الحوض المائي ما زالت أكثر ارتفاعًا من متوسط ارتفاع الحوض، وتنتظر الإزالة بفعل عوامل الحت، بينما تشير القيم المنخفضة لهذا المتغير إلى أن أجزاءً كثيرةً من الحوض المائي أصبحت أقل ارتفاعًا من متوسط ارتفاع الحوض؛ نتيجة الإزالة بعوامل الحت (Ramu, and Mahalingam, 2012) .

3 . 1 .4 - الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية :

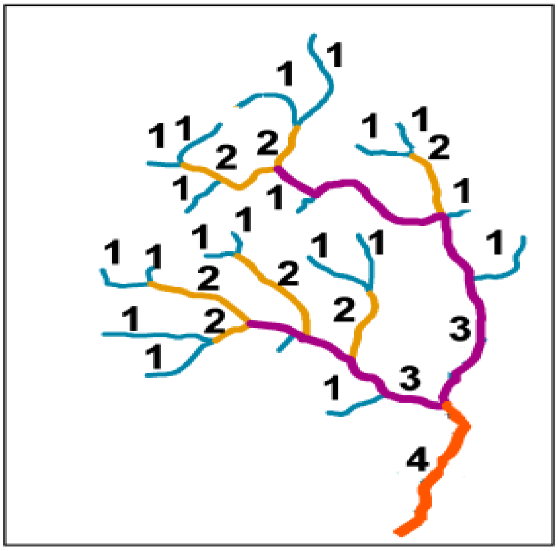
1 ـ أعداد المجاري المائية : No. of streams (N_u)

يقصد بها عدد المجاري المائية في الحوض المائي سواء على مستوى الحوض، أو على مستوى رُتب المجاري، وتظهر أهمية هذا المتغير في الدراسات المورفومترية للأحواض المائية من جانبين: الأول: كونه يؤثر بشكل مباشر في حجم التصريف المائي، حيث إن العلاقة طردية بينه وبين حجم التصريف المائي، فكلما زاد عدد المجاري المائية في الحوض، زاد حجم التصريف المائي به، والثاني: كونه مؤشر يدلّ على مرحلة التطوّر التي يمرّ بها الحوض، حيث يزداد عدد المجاري مع تقدم الحوض في دورته الحَتّية (Flint, 1973)، وبخصوص أعداد المجاري المائية على مستوى الرُّتب فقد أشار Horten (1945) إلى أن أعداد المجاري المائية على مستوى رُتب المجاري المتتالية تُشكّل متوالية هندسية معكوسة، أي: إن العلاقة عكسيّةٌ بين عدد المجاري، ورُتب المجاري؛ لأنّ عدد المجاري يقلّ مع زيادة الرتبة .

2 ـ رتبة المجرى المائي : Stream order(u)

يُعد تصنيف المجاري المائية إلى رُتب، الخطوة الأولى في التحليل الكَمّي للأحواض المائية، كما أنه يُعد تعبيرًا عن العلاقة الهَرمية القائمة بين المجاري المائية في هذه الأحواض (Pareta, and Pareta, 2012).

وفي هذه الدراسة تمّ الاعتماد في تصنيف المجاري المائية إلى رُتب نهريّة في الأحواض المائية المختارة على طريقة Strahler (1957) ، وتتلخّص هذه الطريقة في إعطاء الرتبة الأولى للمجاري المائية التي لا تصب فيها قنوات مائية، وتتكوّن الرتبة الثانية من التقاء مَجرَييْن من الرتبة الأولى، بينما يؤدي التقاء مَجرييْن من الرتبة الثانية إلى تكوّن الرتبة الثالثة، وهكذا حتّى الوصول إلى أعلى رُتبة في الحوض، والتي يمثلها المجرى الرئيسي (شكل36) .



شكل (36) تصنيف المجاري المائية إلى رتب نهرية حسب طريقة (Strahler,1957)

3 ـ أطوال المجاري المائية : Stream length (L_u)

يقصد بأطوال المجاري المائية مجموع أطوال المجاري المائية (كم) على مستوى الحوض، ومن المُلاحظ في أغلب الأحيان أنّ مجموع أطوال المجاري المائية يقلّ بالانتقال من رتبة نهرية إلى رتبة نهرية أعلى منها (Lakshmamm, et al, 2011) .

4 ـ متوسط طول المجاري المائية : Mean stream length (L_{sm})

تمّ في هذه الدراسة حساب متوسط طول المجاري المائية على مستوى الرّتب بـ (كم)، وقد أشار Strahler (1964) إلى أنّ هذا المتغيّر يُعطي مؤشرًا عن العلاقة بين شبكة المجاري المائية والأسطح التي تتكون عليها، ومن الملاحظ أن متوسط طول المجاري المائية يزداد مع زيادة الرتبة النهرية حسب قانون Horten (1945) الثاني، ويشير الانحراف عن هذه القاعدة إلى وجود اختلافات في الخصائص الجيولوجية داخل الحوض المائي (Jasrotia, et al, 2012).

5 ـ نسبة طول المجاري المائية : Stream length ratio (R_L)

وفقًا لقانون(1945) Horton فإنّ نسبة طول المجاري المائية هي النسبة بين أطوال المجاري في رُتبتين مُتتاليتين، أي النسبة بين أطوال المجاري المائية في رُتبةٍ ما، وأطوال المجاري المائية في الرتبة الأدنى منها مباشرة، ويُوضّح هذا المتغير مدى تأثير العوامل الجيولوجية على تطوّر الشبكة المائية في الحوض، ويُستدلّ من خلاله على المرحلة التي يمرّ بها الحوض المائي من الدورة الحَتّية المائية.

6 ـ نسبة التشعّب : Bifurcation ratio(R_b)

نسبة التشعّب هي النسبة بين عدد المجاري المائية في رتبةٍ معينةٍ، وعدد المجاري المائية في الرتبة الأعلى منها مباشرةً، وتدل نسبة التشعّب على مدى الاندماج، والاختصار الذي تخضع له المجاري المائية مع زيادة رُتَبها (Horton, 1945).

وجاءت أهمية نسبة التشعّب كمتغير مورفومتريًا كونها تتحكّم في حجم التصريف المائي في الحوض، إضافةً إلى كونها مؤشّر على خطر التعرّض للفيضان، فكُلّما زادت نسبة التشعّب زاد خطر التعرّض للفيضان، وتعتبر انعكاسًا مباشرًا للظروف الجيولوجية، والتضاريسية والمناخية السائدة في الحوض المائي؛ لذلك اعتبر (1945) Horton نسبة التشعب التي حددها بحوالي 2 في الأحواض المسطحة أو مستوية السطح، وما بين 3 ـ 4 في الأحواض الجبلية، أو شديدة التضرس مؤشرًا على درجة تضرس الحوض، ومدى تقطّعه بالمجاري المائية، وتختلف نسبة التشعب داخل الحوض الواحد، وقد أرجع Strahler(1964) ذلك إلى الاختلاف في الخصائص الجيولوجية داخل الحوض الواحد، وقد أعطى (1964) Strahler أهمية كبيرة للعمليات التكتونية

في تحديد قيم نسبة التشعب، حيث يرى زيادة قيم نسبة التشعب مع زيادة الأنشطة التكتونية التي تعرّض لها الحوض المائي، والعكس صحيح .

7 ـ معدل نسبة التشعب : Mean bifurcation ratio(R_{bm})

استخدم Strahler (1957) هذا المُتغير لضمان تمثيل نسبة التشعّب في الحوض المائي أفضل تمثيل، وتحديد أثر العوامل الجيولوجية البُنيوية منها، والتكوينات الصخرية على تطور شبكة المجاري المائية، ويتم الحصول على مُعدّل نسبة التشعّب عن طريق جمع عدد المجاري المائية لكلّ رُتبتَيْن مُتتاليَتيْن، ثُم ضرب الناتج في نسبة التشعّب المُمثلة لتلك الرُّتبتين المتاليتيْن (Moharir, and Pende, 2014; Brar, 2014) ويوضح (جدول 14) كيفية حساب مُعدّل نسبة التشعّب وفقًا لطريقة (Strahler, 1957).

8 ـ كثافة التصريف : Drainage density (D_d)

تعني كثافة التصريف النسبة بين إجمالي أطوال المجاري المائية في حوضٍ ما، ومساحة هذا الحوض، على أن تكون وحدة القياس مُتجانسة، وهي تعكس التوازن القائم بين قِوَى الحت ومقاومة الصخور لهذه القِوى (Koshak, and Dawod, 2011) .

وتتأثر كثافة التصريف في الحوض بعدد من العوامل مثل العوامل الجيولوجية (نوع الصخور، ونفاذيّتها) والبنية الجيولوجية، والعوامل المناخية (كمّية الأمطار)، إضافةً إلى الغطاء النباتي، ونفاذيّة التربة (Pareta, and Pareta, 2012).

وجاءت أُولَى المحاولات لتحليل وتفسير قيم كثافة التصريف في الأحواض المائية على يد كلٍّ من Davis (1909) و Wooldring and Morgan (1937) ، إذ أَرجعُوا انخفاض قيم كثافة التصريف إلى عاملي الأمطار، والتضاريس (Horton,1945)، وأمّا Horton (1945) فقد أضاف إلى العاملين السابقيْن نفاذيّة التربة، ودرجة مقاومة الصخور لعمليات الحت في الحوض، بينما أشار (Langbein, 1947) إلى وجود علاقة عكسيّة بين قيم كثافة التصريف ونفاذيّة الصخور، والتربة، وكثافة الغطاء النباتي، إذ تزداد قيم كثافة التصريف مع انخفاض نفاذية الصخور، والتربة، وقلّة كثافة الغطاء النباتي، والعكس صحيح، ويوضح (جدول10) مستويات كثافة التصريف وفقًا لتصنيف (Morisawa,1968)

جدول (10) مستويات الكثافة التصريفية وفقًا لتصنيف (Morisawa,1968)

أطوال المجاري المائية كم /كم^2	مستوى كثافة التصريف
اقل من 8	منخفضة (صخور مُنفِذة أو كَتِيمة، مناطق رطبة كثيفة النباتات)
8 - 20	متوسطة (صخور منفذة، أمطار غزيرة، ومناطق كثيفة النباتات)
20 - 200	عالية (أسطح كتيمة، وأمطار ونباتات قليلة)
أكثر من 200	عالية جدًا (أسطح كتيمة وأمطار قليلة، نُدرة النباتات، وصخور ضعيفة)

المصدر: (Morisawa, 1968)

9 ـ التّكرار النـهري : Stream frequency(F_s)

يهتم هذا المُتغيّر بتحديد عدد المجاري المائية في كلّ كم^2 من مساحة الحوض، بغضّ النظر عن طول تلك المجاري، حيث عرّف (1932) Horton التكرار النهري على أنه النسبة بين عدد المجاري المائية في حوضٍ ما، ومساحة هذا الحوض، فقد يكون لحوضين مائيّيْن نفس كثافة التصريف، لكنّهما يختلفان من حيث التكرار النهري (Sethupathi, et al 2011) .

وتتأثّر قيم التكرار النهري بمساحة الحوض وخصائصه الصخرية، والتضاريسية، وكثافة الغطاء النباتي، ويُستفاد من تحديد قيم التكرار النهري في تقدير حجم التصريف المائي، ونمط التصريف، وتحديد مدى تقطّع أو تخدُّد سطح الحوض بالمجاري المائية (Horton,1932) .

10 ـ طول الجريان الصفائحي: Length of over landflow(L_o)

استخدم Horton (1945) هذا المتغيّر الذي حدّد قيمتَه بنصف قيمة كثافة التصريف (D_d)، للإشارة إلى طول المسافة التي تقطعُها المياه على سطح الأرض عقِب سقوط الأمطار ـ التدفّق المائي ـ قبل أن تتجمّع هذه المياه في المجاري أو القنوات المائية، ومن أهم العوامل المؤثرة في هذا المتغيّر حسب رأي Schumm (1956) نوع الصخور، ودرجة نفاذيّة التربة، ومعدّل سقوط الأمطار، والغطاء النباتي، والتضاريس، ومن الملاحظ أنّ قيمة مُتغيّر التدفّق المائي الصفائحي وحسب ما أكّده Coats (1958) ، وأُثبت في كثيرٍ من الدراسات المورفومترية اللاحقة، تتناقصُ مع تقدُّم الدورة الحَتّية، إذ أنّ قيمة هذا المُتغير تكون أعلى في مرحلة الشباب منها في مرحلة النُّضج (Sethupathi et al, 2011; Muthukrishnan et al, 2013) .

11 ـ شدة التصريف : Drainage intensity(D_i)

وُضع هذا المتغير من قِبل فانيران (Faniran (1968 ويتم تحديد شدّة الصرف من خلال قسمة تكرار المجاري المائية أو التكرار النهري على كثافة التصريف، وتدل القيم المنخفضة لهذا المتغيّر على أن عمليات التعرية المائية ذاتَ تأثيرٍ ضعيفٍ على سطح الحوض، ويدل انخفاض قيمة هذا المتغير أيضًا على انخفاض قيم كلٍّ من كثافة التصريف، والتكرار النهري، ممّا يعمل على بُطء الجريان السطحي للمياه في الحوض، وجعْل الحوض عُرضةً للانهيارات الأرضية (Khadri, and Dhamankar, 2013) .

3 . 2 ـ طرائق حساب المتغيّرات المورفومترية:

3 . 2 .1 ـ المتغيّرات المورفومترية المساحية :

1 ـ مساحة الحوض: تمّ حساب مساحة الأحواض المائيّة المختارة بـ كم^2 .

2 ـ محيط الحوض: تمّ حساب محيط الأحواض المائية المختارة بـ كم .

3 ـ طول الحوض: حُسبت أطوال الأحواض بالكيلومتر وفقًا لطريقة (Schumm, 1956) .

3 . 2 .2 - معادلات حساب المتغيّرات المورفومترية الشكلية: (جدول11)

جدول (11) معادلات حساب المُتغيّرات المورفومترية الشكليّة

	المتغيرات المورفومترية الشكلية	المعادلات
1	نسبة الاستطالة Elongation ratio (R_e)	R_e =1.128*√ A /L_b Schumm (1956) حيث إن R_e = نسبة الاستطالة A = مساحة الحوض (كم^2) . L_b = طول الحوض (كم) . 1.128 = معامل ثابت
2	نسبة الاستدارة : Circularity ratio (R_c)	R_c =4*3.14*A/P^2 Miller(1953), Strahler(1964) حيث إن: R_c = نسبة الاستدارة 3.14 = معامل ثابت ، A = مساحة الحوض(كم^2) P^2 = مربّع طول محيط الحوض (كم^2)
3	معامل الشكل : Form factor(R_f)	Rf = A / L_b^2 Horton (1945) حيث إن R_f = معامل الشكل A = مساحة الحوض (كم^2) L_b^2 = مربّع طول الحوض (كم^2)
4	نسبة التفلطح : Lemniscate ratio(k)	k =L_b^2/4*A chorely (1957) حيث إن k = نسبة التفلطح L_b^2 = مربّع طول الحوض (كم^2) 4 = معامل ثابت A = مساحة الحوض (كم^2)

3 . 2 .3 - معادلات حساب المُتغيّرات المورفومترية التضاريسية : (جدول12)

جدول (12) معادلات حساب المُتغيّرات المورفومترية التضاريسية

	المتغيرات المورفومترية التضاريسية	المعادلات
1	تضرس الحوض : Basin Relief(B_h)	$B_h = H - h$ Schumm (1963) حيث إن B_h = تضرس الحوض (م). H = أعلى ارتفاع في الحوض. h = أدنى ارتفاع في الحوض.
2	نسبة التضرس : Relief ratio(R_r)	$R_r = H / L_b$ Schumm (1963) حيث إن R_r = نسبة التضرّس H = تضرّس الحوض (م) (الفرق بين أعلى ارتفاع وأقل ارتفاع في الحوض) L_b = طول الحوض (كم) .
3	درجة الوُعورة: Ruggedness umber(R_n)	$R_n = D_d * (H/1000)$ Strahler (1957) حيث إن R_n = درجة الوعورة. D_d = كثافة التصريف. H = الفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة (تضرس الحوض). 1000 = معامل ثابت .
4	نسيج الحوض:Drainage Texture(D_t)	$D_t = N_u / P$ Schumm (1956) حيث إن D_t = نسيج الحوض. N_u = إجمالي عدد المجاري المائية في الحوض. P = محيط الحوض (كم).
5	مؤشر التآكل أو التعمق الرأسي: Dissection index(D_{Is})	$D_{is} = B_h/AR$ (Singh and Dubey (1994) حيث إن D_{Is} = مؤشّر التعمق الرأسي: B_h= الفرق بين أعلى ارتفاع وأقل ارتفاع (م) (تضرس الحوض) AR = أعلى ارتفاع في الحوض (م)
6	التكامل الهبسومتري: Hypsometric integral(H_i)	$H_i = (\bar{H} - h)/(H-h)$ Strahler(1957,1964) حيث إن H_i = التكامل الهبسومتري $\bar{H}$ = متوسط الارتفاع. H = أعلى ارتفاع في الحوض . h = أقل ارتفاع في الحوض.

3 . 2 .4 - مُعادلات حساب المُتغيّرات المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائيّة:

(جدول13)

1 ـ أعداد المجاري المائيّة: No. of Streams (N_u)

حيث إن N_u = إجمالي عدد المجاري المائيّة في الحوض المائي، وهو مجموع عدد المجاري المائية على مستوى الرُّتب .

2 ـ رُتبة المجرى المائي: Stream order(u)

في هذه الدراسة تمّ اعتماد طريقة Strahler (1957) لتحديد رُتبة الأحواض المائيّة.

3 ـ طول المجاري المائيّة: Stream length(L_u)

حيث إن L_u = إجمالي أطوال المجاري المائيّة في الحوض المائي (كم)، وهو مجموع أطوال المجاري المائيّة على مستوى الرُّتب، ويُوضّح (جدول13) معادلات حساب باقي الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائيّة.

جدول (13) معادلات حساب المتغيّرات المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية

	المتغيّرات المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية	المعادلات
1	متوسط طول المجاري المائية: Mean Stream length(L_{sm})	$L_{sm} = L_u / N_u$ Strahler (1964) حيث إن L_{sm} = متوسط طول المجاري المائية (كم). L_u = مجموع أطوال المجاري المائية في الحوض (كم). N_u = مجموع أعداد المجاري المائية في الحوض . (يمكن استخدام نفس المعادلة لاستخراج متوسط طول المجاري المائية على مستوى الرتب)
2	نسبة طول المجاري المائية: Stream length ratio (R_L)	$R_L = L_u / L_u\text{-}1$ Horton (1945) حيث إن R_L = نسبة طول المجاري المائية. L_u = طول المجاري المائية في رتبةٍ ما. $L_u\text{-}1$ = طول المجاري المائية في الرتبة الأدنى منها مباشرة
3	نسبة التشعّب: Bifurcation ratio(R_b)	$R_b = N_u / N_u+1$ Schumm (1956) حيث إن R_b = نسبة التشعب N_u = عدد المجاري المائية في رتبةٍ ما . N_u+1 = عدد المجاري المائية في الرتبة التي يليها مباشرةً .
4	كثافة التصريف : Drainage density (D_d)	$D_d = L_u / A$ Horton (1945) حيث إن D_d = كثافة التصريف (كم /كم^2) L_u = (المجموع الكلي لطول للمجاري المائية في الحوض). A = مساحة الحوض (كم^2).
5	التكرار النهري(تكرار المجاري): Stream frequency(F_s)	$F_s = N_u / A$ Horton (1932) حيث إن F_s = التكرار النهري . N_u = اجمالي عدد المجاري المائية في الحوض . A = مساحة الحوض (كم^2) .
6	شدة التصريف: Drainage intensity (D_i)	$D_i = F_s / D_d$ Faniran (1968) حيث إن D_i = شدة التصريف D_d = كثافة التصريف، F_s= التكرار النهري
7	طول الجريان الصفائحي : Length of over landflow(L_o)	$L_o = 1/2\ D_d$ Horton (1945) حيث إن L_o = طول الجريان الصفائحى (كم). $1/2\ D_d$ = نصف قيمة كثافة التصريف

ـ حساب مُعدّل نسبة التشعّب : Mean bifurcation ratio(R_{bm})

تم حساب مُعدّل نسبة التشعّب بناءً على طريقة Strahler (1957) ويُوضّح المثال التالي (جدول14)

جدول (14) طريقة حساب مُعدّل نسبة التشعّب

الرتبة	عدد المجاري المائية لكل رتبة	نسبة التشعّب	عدد المجاري المائية لكل رُتبتيْن	نسبة التشعّب x عدد المجاري لكل رُتبتيْن
1	157	4.757	190	903.830
2	33	5.500	39	214.500
3	6	3	8	24
4	2	2	3	6
5	1		المجموع = 240	المجموع = 1148.330

مُعدّل نسبة التشعّب (R_{bm})=

مجموع ضرب نسبة التشعّب في عدد المجاري لكلّ رُتبتيْن / عدد المجاري المائية لكلّ رُتبتيْن

4.784 = 240 / 1148.330

مُعدّل نسبة التشعّب (R_{bm})= 4.784

الفصل الرابع

تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة

4. 1 - الخصائص المورفومترية للأحواض الغورية

4. 2 - الخصائص المورفومترية لأحواض البحر الميت

4. 3 - الخصائص المورفومترية لأحواض وادي عربة

4 . 4 - الخصائص المورفومترية لأحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية

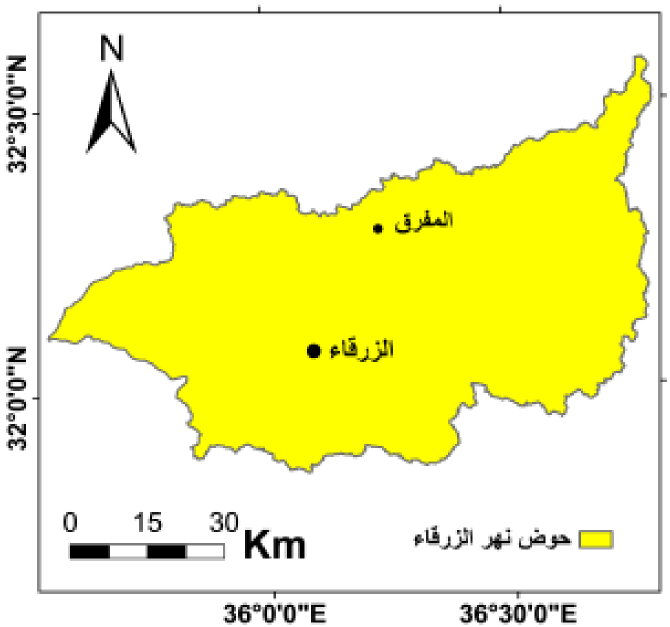
الفصل الرابع

تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة

4. 1 - الخصائص المورفومترية للأحواض الغورية :

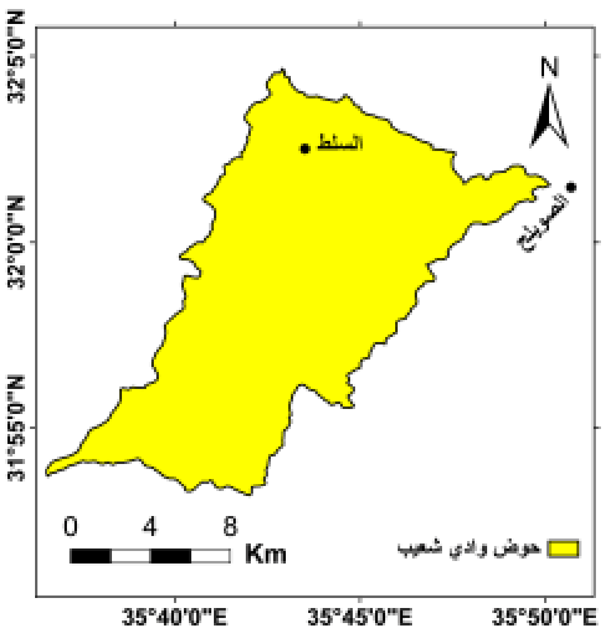
يقصد بالأحواض الغورية تلك الأودية التي تصب في نهر الأردن، وتقتصر الدراسة على ثلاثة أحواض منها: حوض نهر الزرقاء، وحوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين.

ويقع حوض نهر الزرقاء في الأجزاء الشمالية الغربية من الأردن، وينبع من جنوب سورية، حيث يأخذ اتجاه شمالي جنوبي تقريبًا، وعند دخوله الأراضي الاردنية يأخذ اتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي لينتهي إلى وادي الأردن (شكل1)، ويقع هذا الحوض فلكياً ما بين دائرتَي عرض 47".51'.31° - 39".34'.32° شمالاً، وخطّي طول 66"32'.35°- 43 ".48'.36°شرقاً (شكل37).



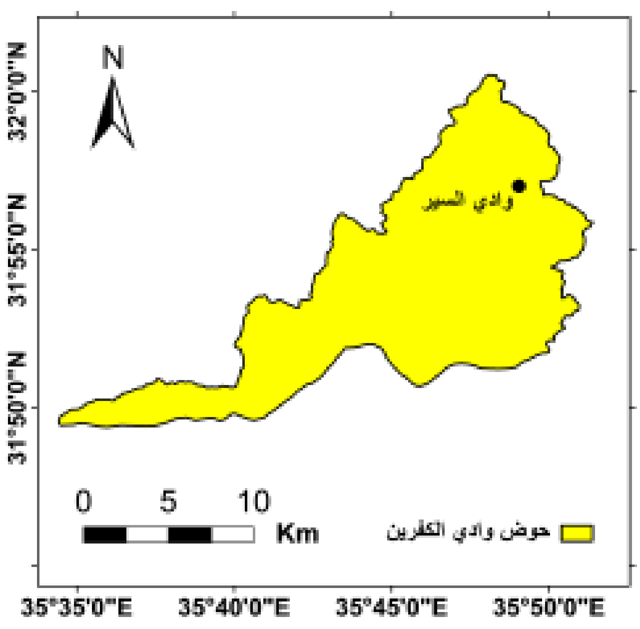
شكل (37) الموقع الفلكي لحوض وادي الزرقاء

وأما حوض وادي شعيب فيقع في شمال غرب عمان، ويحده من الشمال الشرقي حوض نهر الزرقاء، ومن الجنوب الشرقي حوض وادي الكفرين،إذ يتجه من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، ليصب في وادي الأردن (شكل1)، ويقع فلكيًّا مابين دائرتَي عرض 20".53'.31° – 66".04'.32° ، وخطّي طول 51".36'.35°– 14".50'.35° (شكل38) .



شكل (38) الموقع الفلكي لحوض وادي شعيب

وبالنسبة لحوض وادي الكفرين فيقع إلى الغرب من عمان حيث يأخذ اتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي ليصب في وادي الأردن، ويحده من الشمال والشمالي الغربي حوض وادي شعيب، ومن الشرق حوض نهر الزرقاء، ومن الجنوب الشرقي حوض وادي الموجب ـ الواله (شكل1)، ويقع هذا الحوض فلكيًّا ما بين دائرتَي عرض 23".49'.31° - 30".00'.32°، وخطّي طول 35".34'.35°– 23".51'.35° (شكل39).



شكل (39) الموقع الفلكي لحوض وادي الكفرين

4. 1. 1 - الخصائص المورفومترية المساحية للأحواض الغورية :

1- مساحة الحوض (A) :

يُعدّ حوض نهر الزرقاء ثاني أكبر الأحواض الغورية في هذه الدراسة مساحةً، حيث تبلغ مساحته 4895.112كم^2، في حين تبلغ مساحة حوض شعيب 177.800كم^2، وأما حوض وادي الكفرين فتبلغ مساحته 189.830كم^2 (جدول15)، وتتأثر مساحة الأحواض المائية بالعوامل الجيولوجية والمناخية التي بدورها تؤثر في عمليات التعرية، ومن الجدير بالذكر أن مساحة كل هذه الأحواض قابلةٌ للزيادة مستقبلاً؛ وذلك بسبب توالي انخفاض مستوى قاعدتها، حيث يتراوح مستوى نقاط التقائها بوادي الأردن ما بين -366 و -252 م تحت مستوى سطح البحر، ممّا يُنشط عمليات الحت التراجعي في اتجاه خطوط تقسيم المياه، وحسب قاعدة (schumm,1956) فإن مساحة الحوض تحدد كمية الفاقد من المياه عن طريق التبخر والتسرب نحو الباطن، إذ تزداد كمية الفاقد من المياه مع زيادة مساحة الحوض، وبناءً عليه فإن حوض نهر الزرقاء يُعد من أكثر الأحواض الغورية فقدانًا للمياه نتيجة لكبر مساحته، مما قد يعمل على تقليل كمية الجريان السطحي وحجم التصريف، وتقليل كثافة وتَكرار المجاري المائية به.

2- محيط الحوض (P) :

يتبين من (جدول15) أن محيط حوض نهر الزرقاء يبلغ 464.680كم، ويرجع طول محيط هذا الحوض إلى كثرة تعرّجه، إضافة إلى كبر مساحة هذا الحوض (شكل37)، بينما يبلغ محيط حوض وادي شعيب 85.190كم، ومحيط وادي الكفرين 94.370كم ، ويُعد طول محيط هذين الحوضين كبيرًا مقارنة بمساحتيهما، ويرجع ذلك إلى كثرة تعرّج محيط كلٍّ منهما، خاصةً خط تقسيم المياه الفاصل ما بينهما (شكل38، شكل39) .

3 - طول الحوض (L_b) :

يتضح من (جدول15) أن طول حوض نهر الزرقاء من آخر نقطة على محيطه في المنبع -داخل سورية- إلى مصبه في نهر الأردن بلغ 143.834كم، وبلغ طول حوض وادي شعيب ابتداءً من مصبّه في نهر الأردن إلى أبعد نقطة على محيطه نحو الشمال الشرقي 23.480كم، وبلغ طول حوض وادي الكفرين 30.44كم، من مصبّه في نهر الأردن إلى أبعد نقطه على محيطه نحو الشمال الشرقي .

4. 1. 2 - الخصائص المورفومترية الشكلية للأحواض الغورية :

1 - نسبة الاستطالة (R_e) :

بلغت نسبة الاستطالة لحوض نهر الزرقاء، وحوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين 0.548، 0.640، 0.510، على التوالي (جدول15)، ووفقًا لتصنيف (Schumm,1956) للأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة (جدول6)، فإن هذه الأحواض الثلاثة تُعد مستطيلةَ الشكل، وفي مرحلة الشباب من دورتها الحَتّية، ويشير الشكل المستطيل هنا إلى أنها أحواض ممتدة، وإنّ تصريفَ المياه بها يكون على شكل دفعات، ويدل أيضًا على أنها تحتاج إلى وقت أطول كي تصل إلى قمة الجرَيان، مما يقلل خطرَ تعرضها للفيَضانات، وإمكان التعامل معها بسهولة.

2- نسبة الاستدارة (R_c) :

بلغت نسبة استدارة حوض نهر الزرقاء، وحوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين 0.307،0.284، 0.267، على التوالي (جدو 15)، وهي: نسب منخفضة تشير إلى ابتعاد أشكال هذه الأحواض عن الشكل الدائري، وتدل على أنها في مرحلة الشباب من دورتها الحَتّية، وأن عمليات التّعرية لازالت نشطة، إضافةً إلى عدم انتظام خط تقسيم المياه ـ المحيط ـ وكثرة تعرّجه.

3 - مُعامل الشكل (R_f) :

بلغ معامل الشكل لحوض نهر الزرقاء، وحوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين، 0.236، 0.322، 0.204، على التوالي (جدول15)، وهي قيم مُتدنّية تدل على استطالة هذه الأحواض وامتدادها على حساب مساحتها، وكثرةِ تعرّج محيط كلٍّ منها .

4 - نسبة التفلطح (k) :

بلغت نسبة تفلطح حوض نهر الزرقاء 1.056، ونسبة التفلطح في حوض وادي شعيب 0.775، وفي حوض وادي الكفرين 1.220 (جدول15)، وبالتالي فتُعد قيمة نسبة تفلطح حوضي نهر الزرقاء، ووادي الكفرين مرتفعة، وأما نسبة تفلطح حوض وادي شعيب فهي قيمة متوسطة، وتشير هذه القيم إلى قلة تفلطح هذه الأحواض الثلاثة، وامتدادها واقترابها من الشكل المستطيل، وهو ما تؤكده الملاحظة البصرية لأشكال الأحواض (أشكال37، 38، 39)، ثم إن هذه القيم لنسب التفلطح تدل على أنّ الأحواض في مرحلة الشباب من دورتها الحَتّية، وعمليات التّعرية المائية،

والانزِلاقات الأرضية نشطة على طول الأحواض، إضافة إلى قلة أعداد وأطوال المجاري المائية في الرُّتب الدنيا بها.

جدول (15) الخصائص المورفومترية للأحواض الغورية المختارة

ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير المورفومتري	حوض نهر الزرقاء	حوض وادي شعيب	حوض وادي الكفرين
1	الرتبة النهرية	(u)	7	5	6
2	عدد المجاري المائية (المجموع)	(N_u)	5806	345	334
3	طول المجاري المائية (المجموع) (كم)	(L_u)	7148.245	268.925	305.500
4	متوسط طول المجاري المائية (كم)	(L_{sm})	1.231	0.779	0.91
5	معدل نسبة التشعب	(R_{bm})	4.897	4.581	4.534
6	محيط الحوض (كم)	(P)	464.680	85.190	94.370
7	طول الحوض (كم)	(L_b)	143.834	23.480	30.440
8	مساحة الحوض (كم^2)	(A)	4895.112	177.800	189.830
9	تضرس الحوض (م)	(B_h)	1949	1347	1416
10	نسبة التضرس	(R_r)	0.013	0.057	0.046
11	نسبة الاستطالة	(R_e)	0.548	0.640	0.510
12	نسبة الاستدارة	(R_c)	0.284	0.307	0.267
13	نسبة التفلطح	(k)	1.056	0.775	1.220
14	كثافة التصريف (كم/ كم^2)	(D_d)	1.460	1.512	1.609
15	التكرار النهري (مجرى/كم^2)	(F_s)	1.186	1.940	1.759
16	معامل الشكل	(R_f)	0.236	0.322	0.204
17	نسيج الحوض	(D_t)	15.383	4.049	3.539
18	مؤشر التآكل	(D_{is})	1.231	1.230	1.322
19	درجة الوعورة	(R_n)	2.845	2.030	2.278
20	شدة التصريف	(D_i)	0.812	1.283	1.093
21	طول الجريان الصفائحي (كم)	(L_o)	0.730	0.756	0.804
22	التكامل الهبسومتري	(H_i)	0.834	0.849	0.840

4. 3 - الخصائص المورفومترية التضاريسية للأحواض الغورية :

1 - تضرّس الحوض (B_h) :

بلغ تضرّس حوض نهر الزرقاء 1949م (جدول15، شكل40)، وحوض وادي شعيب 1347م (جدول15، شكل41)، وحوض وادي الكفرين 1416 م (جدول15، شكل42)، وتعد هذه القيم عالية؛ لِانخفاض منسوب القاعدة لهذه الأحواض ونشاط عمليات تجدد الشباب - عمليات التعرية المائية خاصةً الرأسية منها- مما سبّب وُعورة تضاريس سطح هذه الأحواض، وتعرّضها للانهيارات الأرضية، وارتفاع معدلات انجراف التربة فيها، إضافةً إلى ارتفاع الناتج الرسوبي لها، حيث بلغ المتوسط الشهري للناتج الرسوبي لحوض نهر الزرقاء من الرواسب العالقة الداخلة إلى بحيرة سدّ الملك طلال 711.5 طن في عام 1997، (زيتون، 2000)، وقدر فريق جامعة درهام كمية الرواسب المنجرفة في حوض وادي شعيب ما بين 30 – 60 الف طن سنويًا (Atkinson, et al,1967)

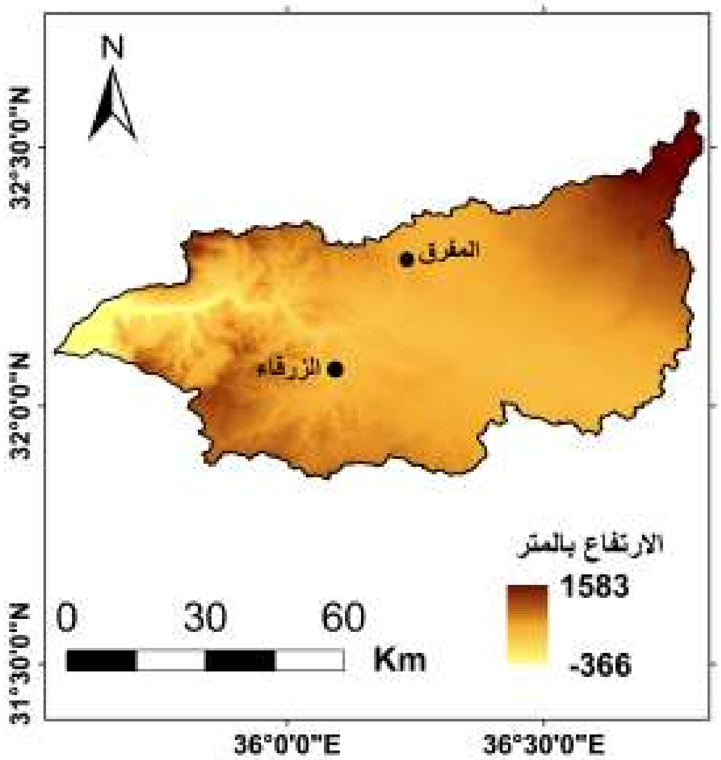
2 - نسبة التضرس (R_r) :

بلغت نسبة تضرس حوض نهر الزرقاء 0.013، وهي نسبة منخفضة ناتجة عن عِظم طول هذا الحوض، بينما بلغت نسبة تضرس وادي شعيب 0.057، ونسبة تضرس حوض وادي الكفرين 0.046 (جدول15)، وتعد قيمة التضرس في هذين الحوضين عالية، مما يدل على شدة الانحدار والتضرس، خاصة في الأجزاء الدنيا والوسطى، كما تشير نسبة التضرس بهذين الحوضين إلى نشاط عمليات التعرية بهما وزيادة الحمولة الرسوبية، والانزلقات الأرضية.

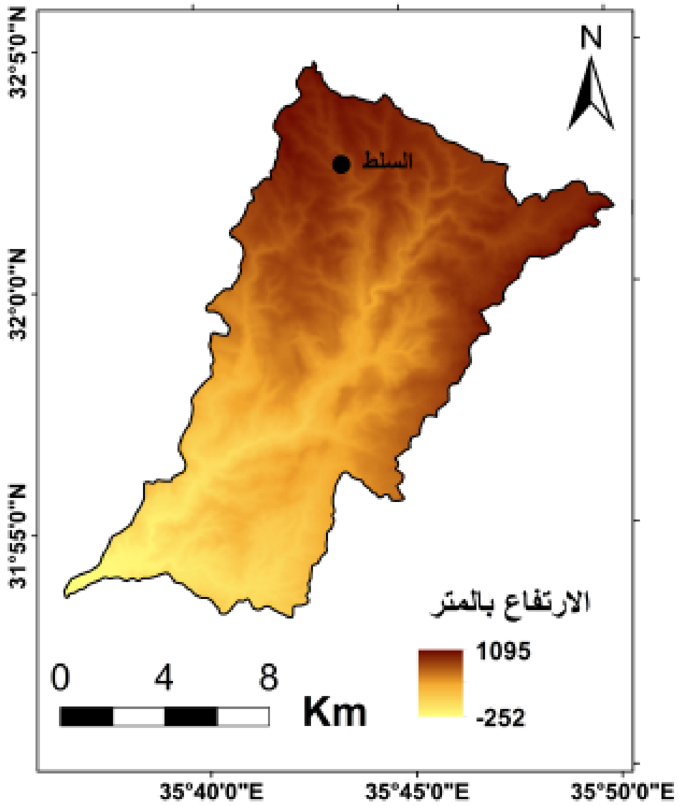
3 - درجة الوُعورة (R_n) :

بلغت درجة الوعورة لحوض نهر الزرقاء، وحوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين، 2.845، 2.030، 2.278 على التوالي (جدول15) وتُعد هذه القيم مرتفعة وفقًا لـ (Strahler,1956) وبناءً على التصنيف المقترح لمنطقتنا (Farhan, et al, 2015)(جدول7)، الخاص بتصنيف الأحواض المائية حسب درجة الوعورة، فإن هذه القيم تدل على وعورة السطح في هذه الأحواض، وصعوبة تضاريسها، ويعود هذا إلى نشاط عمليات التعرية المائية، وضعف مقاومة التكوينات الصخرية تجاه العمليات الجيومورفولوجية، مثل تكوينات العصر الكريتاسي، كالصخور الكلسية، والرملية التي تغطي 45.68% من المساحة الكلية لحوض نهر الزرقاء، و98.35% من إجمالي مساحة حوض وادي شعيب، و 84.28% من مساحة حوض وادي

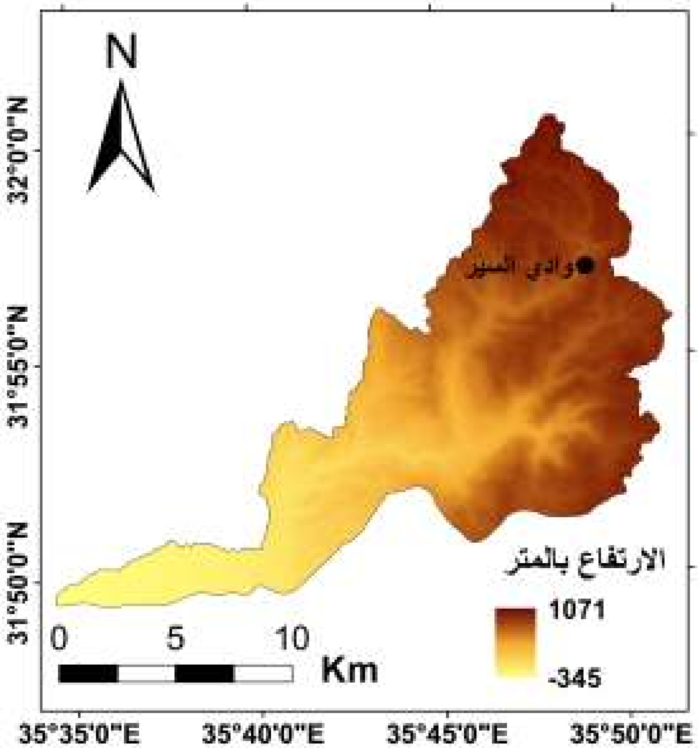
الكفرين الكلية، وتكوينات الزمن الرباعي التي تغطي ما نسبته 7.32% من إجمالي مساحة حوض نهر الزرقاء، وما يعادل 1.65% من المساحة الكلية لحوض وادي شعيب، و13.80% من المساحة الكلية لحوض وادي الكفرين (جدول1)، إذ أسهم ضعف التكوينات الصخرية آنفة الذكر في ارتفاع معدلات التعرية، والحمولة الرسوبية، وتزايد عمليات الانهيارات الأرضية المختلفة.



شكل (40) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لحوض نهر الزرقاء



شكل (41) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لحوض وادي شعيب



شكل (42) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لحوض وادي الكفرين

4 - نسيج الحوض (D_t) :

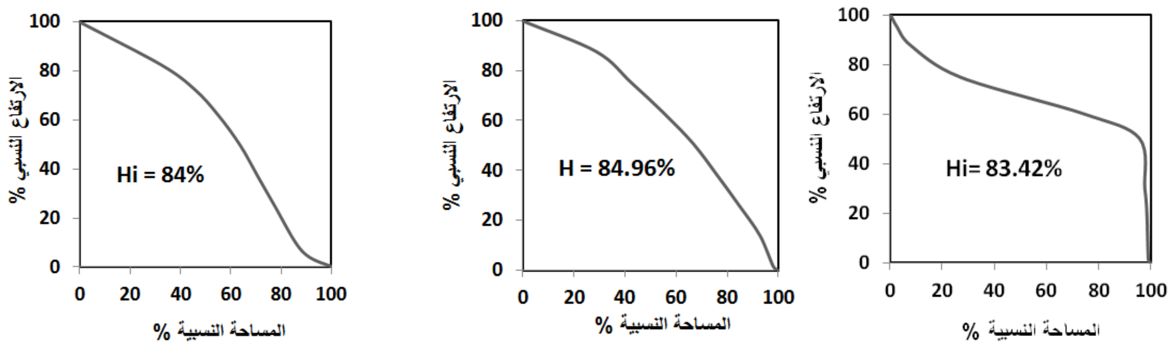
تختلف قيم نسيج الحوض مابين الأحواض الثلاثة (جدول15)، حيث بلغت قيمة نسيج الحوض لحوض نهر الزرقاء، وحوض وادي شعيب، وحوض وادي الكفرين 15.383، 4.049، 3.539، على التوالي، وحسب تصنيف (Smith,1950) للأحواض المائية بناءً على نسيج الحوض (جدول8)، فإنّ حوض نهر الزرقاء يقع ضمن الفئة الخامسة من هذا التصنيف، أي: إنه ذو نسيج ناعمٍ جدًّا، مما يعني وُعورة سطحه وَأراضيه، وأما حوض وادي شعيب فيقع ضمن الفئة الثالثة من التصنيف نفسه، مما يدل على أنه حوضٌ ذو نسيج متوسط الخشونة؛ وهذا يعود إلى وجود الغطاء النباتي في الأجزاء الوسطى والعليا منه (حيث يغطّي ما نسبته 27.08% من مساحته الكلية) (جدول5، شكل31)، الأمر الذي أدّى إلى الحَدّ من قدرة المياه الجارية على الحت، وأما حوض وادي الكفرين فهو ذو نسيج خشن، وهذا يرجع إلى وجود الغطاء النباتي خاصةً في الأجزاء الشرقية، والشمالية الشرقية، والجنوبية الشرقية من الحوض (شكل31)، حيث يغطي ما نسبته 31.66% من مساحته الكلية (جدول5) .

5 - مؤشر التآكل والتعمّق الرأسي (D_{is}) :

تقاربت قيم هذا المتغير في الأحواض الغورية، إذ بلغت قيمة مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في حوض نهر الزرقاء 1.231، وحوض وادي شعيب 1.230، وحوض وادي الكفرين 1.322 (جدول15)، وهي قيم مرتفعة تقع ضمن الفئة الخامسة، حيث التآكل أو الحت الرأسي العالي جداً (جدول9)، ويعود ارتفاع قيم مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في هذه الأحواض إلى توالي انخفاض مستوى قاعدتها وتجدد الشباب، وبالتالي ارتفاع قيم التضرس، ويستدل على أن الأحواض في مرحلة الشباب من دورتها الحَتّية من خلال ارتفاع قيم مؤشر التآكل والتعمق الرأسي، ويستنتج من ذلك أيضًا أن عمليات التعرية والحت الرأسي مازالت نشطة في هذه الأحواض مما يرفع الناتج الرسوبي.

6 - التكامل الهبسومتري (H_i):

بلغت قيمة هذا المتغير في حوض نهر الزرقاء 83.42%، وحوض وادي شعيب 84.96%، وحوض وادي الكفرين 84.34% (جدول15، شكل43 أ،ب،جـ)، وهذا يعني أن هذه الأحواض فقدت 16.58%، 15.31%، 15.66% على التوالي من موادها القابلة للحت، ولا زالت كميات كبيرة من صخورها تنتظر الإزالة بفعل عمليات التعرية، وأن هذه الأحواض الثلاثة في مرحلة الشباب من دورتها الحَتّية .



حوض نهر الزرقاء (أ)   حوض وادي شعيب (ب)   حوض وادي الكفرين (جـ)

شكل (43) المنحنى الهبسومتري في الأحواض الغورية وقيمة التكامل الهبسومتري (Hi)

4.4 ـ الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في الأحواض الغورية:

1 ـ رُتب المجاري المائية (u) وأعدادها (N_u) :

وفقاً لطريقة (Strahler, 1957) في تحديد رُتب المجاري المائية، يُصنّف حوض نهر الزرقاء من الرتبة السابعة (جدول16، شكل44)، ويُصنّف حوض وادي شعيب من الرتبة الخامسة (جدول17، شكل45)، وحوض وادي الكفرين من الرتبة السادسة (جدول18، شكل 46).

ويتضح من (جدول16) أن العدد الكلي للمجاري المائية في حوض نهر الزرقاء بلغ 5806 مجرى، مع ملاحظة تباين أعداد المجاري على مستوى الرُتب، حيث شكّل عدد مجاري الرتبة الأولى نسبة 79.62% من إجمالي أعداد المجاري المائية في الحوض، وشكّل عدد مجاري الرتبة الثانية نسبة 15.82%، وأما عدد مجاري الرتبة الثالثة فقد شكّل نسبة 3.41%، فيما شكّلت أعداد المجاري من الرتبة الرابعة إلى السابعة نسبة 1.13% من المجموع الكلي لأعداد المجاري المائية في حوض نهر الزرقاء، ويتبين من (جدول17) أن العدد الكلي للمجاري المائية في حوض وادي شعيب بلغ 345 مجرى، شكّل منها عدد مجاري الرتبة الأولى ما يعادل 77.97%، وشكّل عدد مجاري الرتبة الثانية، والثالثة، والرابعة نسبة 16.23%، 4.05%، 1.44% على التوالي من المجموع الكلي لأعداد المجاري المائية في هذا الحوض، في حين بلغ العدد الكلي للمجاري المائية في حوض وادي الكفرين 334 مجرى، شكّل منها عدد مجاري الرتبة الأولى نسبة 77.54%، بينما شكّل عدد المجاري المائية في الرتبة الثانية نسبة 17.06%، فيما شكّل مجموع أعداد المجاري المائية في كلٍّ من الرتبة الثالثة، والرابعة، والخامسة، والسادسة نسبة 5.4% من المجموع الكلي للمجاري في هذا الحوض (جدول18)، ومما سبق تَبيّن في الأحواض الثلاثة أن أعداد المجاري المائية تقِلُّ مع زيادة الرتبة، وهذا يتماشى مع قانون (Horton, 1945) الأول

المتعلق بأعداد المجاري المائية الذي ينص على أن أعداد المجاري المائية من رُتبٍ متتالية تُشكل متوالية هندسية عكسية أي: يقل عدد المجاري مع زيادة الرتبة (شكل47، شكل48، شكل49) .

2 ـ أطوال المجاري المائية (L_u) ومتوسط أطوالها (L_{sm}) :

يتضح من (جدول16) أن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض نهر الزرقاء بلغ 7148.245كم، حيث شكّلت أطوال مجاري الرتبة الأولى نسبة 48.52%، وشكّل مجموع أطوال الرتبة الثانية 25.96% ، وأما مجموع أطوال المجاري في الرتبة الثالثة فقد شكّل نسبة 13.71%، بينما شكّلت أطوال المجاري المائية في باقي الرتب ـ من الرتبة الرابعة إلى السابعة- 11.79% من المجموع الكلي لأطوال المجاري المائية في هذا الحوض، وبالنسبة للمتوسط العام لأطوال المجاري المائية في حوض نهر الزرقاء فقد بلغ 1.231كم، فيما تراوح متوسط أطوال المجاري على مستوى الرتب ما بين 0.750كم في الرتبة الأولى وهو الأقل، وأعلاه في الرتبة السابعة 109.317كم، ويتبين من (جدول17) أن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي شعيب بلغ 268.925كم، حيث شكّلت أطوال مجاري الرتبة الأولى نسبة 45.95%، بينما شكّل مجموع أطوال مجاري الرتبة الثانية 24.09%، وشكّلت أطوال المجاري المائية من الرتبة الثالثة إلى الخامسة مجتمعة نسبة 29.94% من مجموع أطوال المجاري في الحوض، وأما المتوسط العام لأطوال المجاري المائية في حوض وادي شعيب فقد بلغ 0.779كم، في حين تراوح متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب مابين 0.459 ـ 19.079كم، أقله في الرتبة الأولى، وأعلاه في الخامسة، وأما مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي الكفرين 305.500كم، إذ شكّلت أطوال مجاري الرتبة الأولى نسبة 48.70%، وشكّل مجموع أطوال المجاري في الرتبة الثانية 24.61%، في حين شكّل مجموع أطوال المجاري في الرتبة الثالثة، والرابعة، والخامسة، والسادسة نسبة 10.86%، 5.89%، 9.40%، 0.589%على التوالي، من المجموع الكلي لأطوال المجاري، وأما المتوسط العام لأطوال المجاري المائية في هذا الحوض فقد بلغ 0.91كم، بينما تراوح متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب مابين أدناه 0.579كم في الرتبة الأولى، وأعلاه 14.363كم في الرتبة الخامسة (جدول18)، يتبين مما سبق أن متوسط طول المجاري المائية على مستوى الرتب يزداد مع زيادة الرتبة في حوضي نهر الزرقاء ووادي شعيب (شكل50، شكل51)، وهو ما يتفق مع قانون (Horton,1945) الثاني المتعلق بأطوال المجاري، الذي يشير إلى أن متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب يميل إلى تشكيل متوالية هندسية (Farhan, et al ,2015) ، وأما في حوض وادي الكفرين فإن متوسط طول المجاري على مستوى الرتب لا يتفق مع هذا القانون، في كون متوسط طول مجاري الرتبة الخامسة أطول

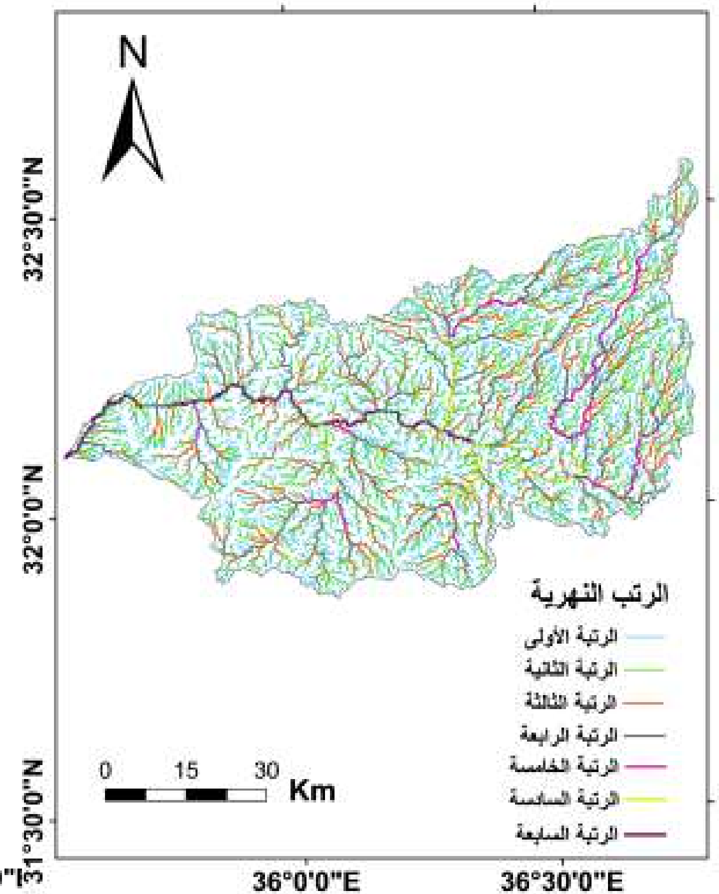
منه في الرتبة السادسة (جدول18، شكل52)، وهذا يرجع إلى قلة أعداد المجاري المائية في الرُّتب الدنيا؛ نتيجةً لكثافة الغطاء النباتي في المناطق العليا من الحوض (شكل31).

3 ـ نسبة طول المجاري المائية : (R_L)

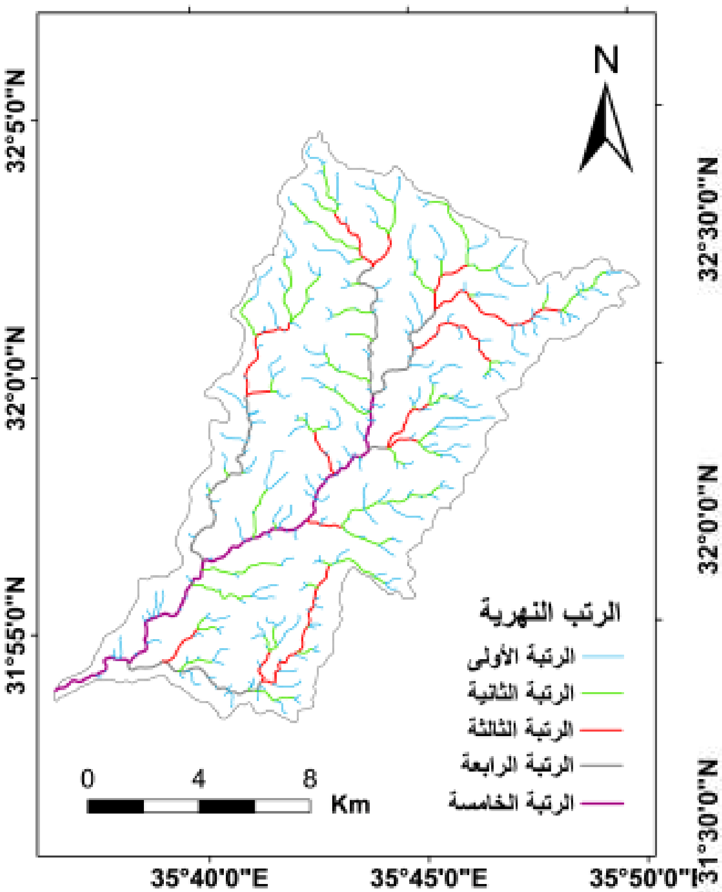
من خلال (جداول 16، 17، 18)، يتضح أن هناك تباين في نسبة طول المجاري المائية بين الرتب النهرية في الأحواض الثلاثة، إذ تراوحت نسبة طول المجاري المائية في حوض وادي الزرقاء مابين 0.376 ـ 1.199، بينما تراوحت في حوض وادي شعيب ما بين 0.524 -0.761 وتراوحت في حوض وادي الكفرين ما بين 0.055 ـ 1.595، ويعود هذا الاختلاف والتباين إلى اختلاف درجة انحدار سطح هذه الأحواض من منطقة إلى أخرى، واختلاف تضاريسها، ومرحلة الشباب التي تمر بها من دورتها الحَتّية .

4 ـ نسبة التشعُّب (R_b) :

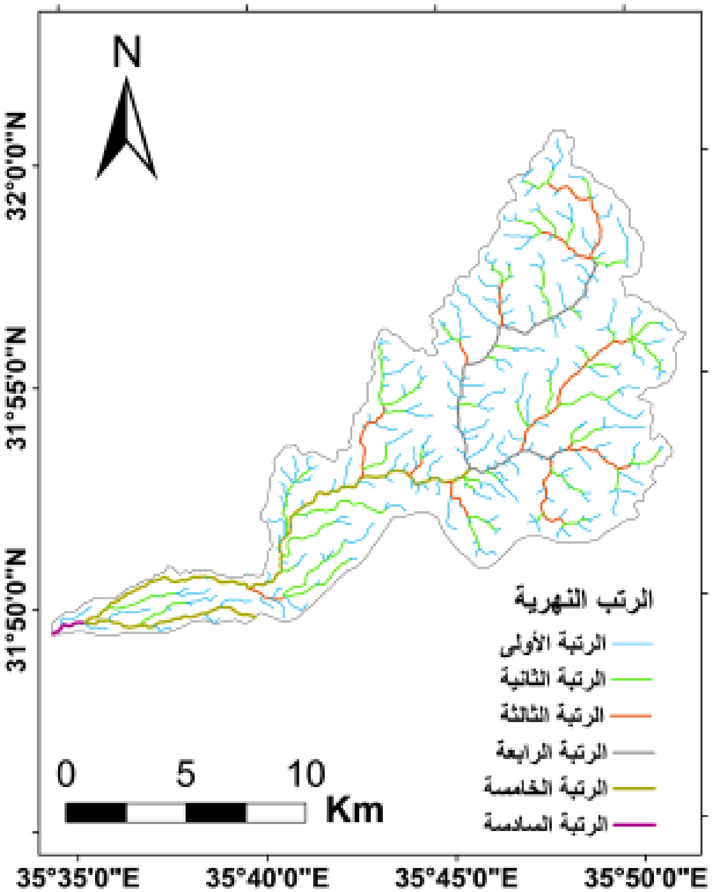
اختلفت نسبة التشعُّب ما بين رتبةٍ وأخرى في الأحواض الغورية، إذْ تراوحت هذه النسبة في حوض نهر الزرقاء ما بين 2.750 ـ 5.002 (جدول16)، في حين تراوحت في حوض وادي شعيب ما بين 2.8 ـ 5 (جدول17)، وأما في حوض وادي الكفرين فقد تراوحت نسبة التشعب 1.0 ـ 6.5 (جدول18)، ويدل هذا الاختلاف على عدم التجانس المناخي في الأحواض الثلاثة؛ لاختلاف معدلات الأمطار فيها من مكان إلى آخر (شكل10، شكل11)، وكذلك عدم تجانس كلٍّ منها جيولوجيًّا، سواء من الناحية البنيوية، أو من ناحية التكوينات الصخرية (شكل2، شكل3).



شكل (44) الرتب النهرية في حوض نهر الزرقاء



شكل (45)الرتب النهرية في حوض وادي شعيب



شكل (46)الرتب النهرية في حوض وادي الكفرين

جدول (16) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض نهر الزرقاء

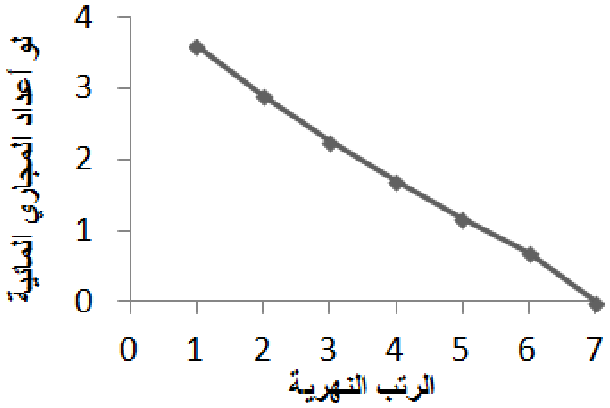
ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية						
1	الرتبه النهرية (7)	(u)	1	2	3	4	5	6	7
2	عدد المجاري المائية (المجموع) (5806)	(N_u)	4623	919	198	50	11	4	1
3	طول المجاري المائية المجموع (7148.245كم)	(L_u)	3468.661	1855.927	980.275	467.054	175.875	91.136	109.317
4	متوسط طول المجاري المائية (1.231كم)	(L_{sm})	0.750	2.019	4.950	9.341	15.988	22.784	109.317
5	نسبة طول المجاري المائية	(R_L)		0.503 1/2	0.528 2/3	0.476 3/4	0.376 4/5	0.518 5/6	1.199 6/7
6	نسبة التشعب	(R_b)		5.002 2/1	4.641 3/2	3.960 4/3	4.545 5/4	2.75 6/5	4 7/6

جدول (17) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي شعيب

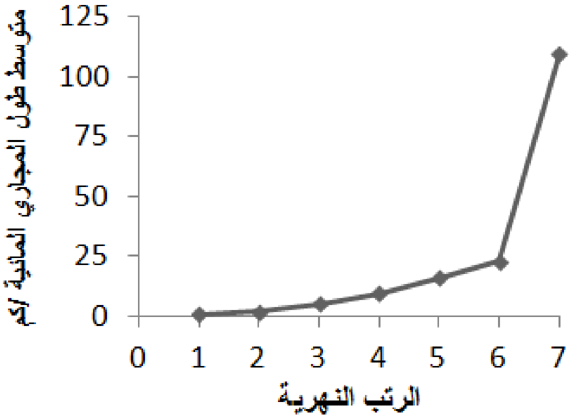
ر م.	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية				
1	الرتبه النهرية (5)	(u)	1	2	3	4	5
2	عدد المجاري المائية (المجموع)(345)	(N_u)	269	56	14	5	1
3	طول المجاري المائية المجموع (268.925كم)	(L_u)	123.581	64.805	36.404	25.056	19.079
4	متوسط طول المجاري المائية (0.779كم)	(L_{sm})	0.459	1.157	2.600	5.011	19.079
5	نسبة طول المجاري المائية	(R_L)		0.524 1/2	0.561 2/3	0.688 3/4	0.761 4/5
6	نسبة التشعب	(R_b)		4.803 2/1	4 3/2	2.8 4/3	5 5/4

جدول (18) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي الكفرين

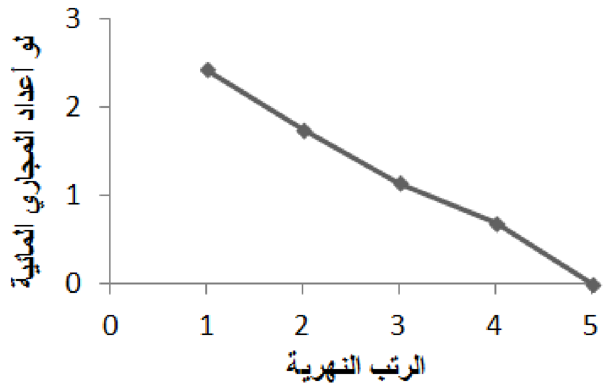
ر . م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية					
1	الرتبه النهرية (6)	(u)	1	2	3	4	5	6
2	عدد المجاري المائية (المجموع) (334)	(N_u)	259	57	13	2	2	1
3	طول المجاري المائية (المجموع) (305.500كم)	(L_u)	148.805	75.193	33.195	18	28.727	1.580
4	متوسط طول المجاري المائية (0.91 كم)	(L_{sm})	0.574	1.319	2.553	9	14.363	1.580
5	نسبة طول المجاري المائية	(R_L)		0.505 1/2	0.441 2/3	0. 542 3/4	1.595 4/5	0.055 5/6
6	نسبة التشعب	(R_b)		4.543 2/1	4.384 3/2	6.5 4/3	1 5/4	2 6/5



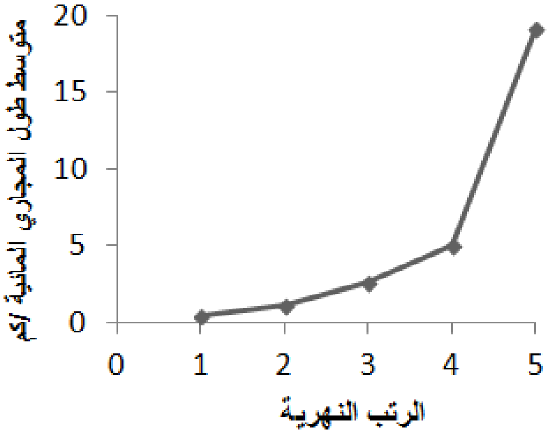
شكل (47) العلاقة بين الرتب النهرية واعداد المجاري المائية في حوض نهر الزرقاء



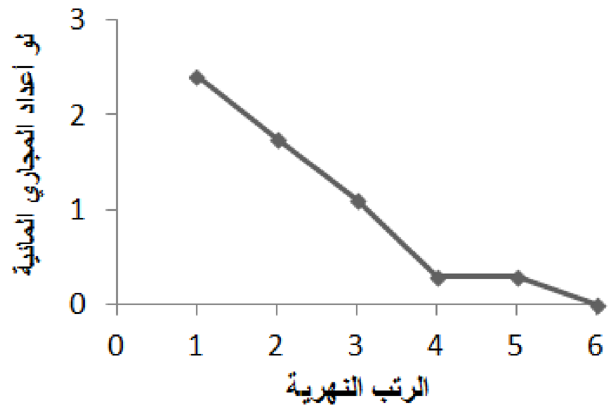
شكل (50) العلاقة بين الرتب النهرية ومتوسط طول المجاري المائية في حوض نهر الزرقاء



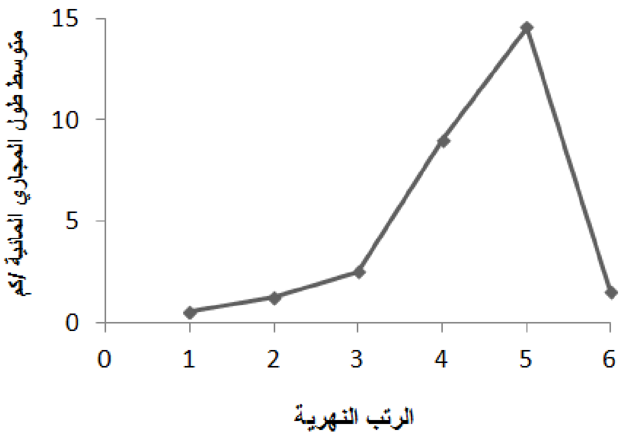
شكل (48) العلاقة بين الرتب النهرية وأعداد المجاري المائية في حوض وادي شعيب



شكل (51) العلاقة بين الرتب النهرية ومتوسط طول المجاري المائية في حوض وادي شعيب



شكل (49) العلاقة بين الرتب النهرية وأعداد المجاري المائية في حوض وادي الكفرين



شكل (52) العلاقة بين الرتب النهرية ومتوسط طول المجاري المائية في حوض وادي الكفرين

5 ـ معدل نسبة التشعُّب (R_{bm}) :

يتضح من (الجدول15) أن معدل نسبة التشعّب بلغ في حوض نهر الزرقاء4.897، وفي حوض وادي شعيب4.581، وفي حوض وادي الكفرين4.534، وهي معدلات قريبة من نسبة التشعب ما بين الرتبة والرتبة التي تلِيها في هذه الأحواض، وتدل هذه القيم على عِظم تأثر هذه الأحواض، وأنماط التصريف فيها، بالنشاطات والاضطرابات التكتونية التي حدثت في المنطقة خلال الأزمنة الجيولوجية المختلفة.

6 ـ كثافة التصريف(D_d):

بلغت كثافة التصريف في حوض نهر الزرقاء 1.460كم/كم^2، وفي حوض وادي شعيب 1.512كم/ كم^2، وفي حوض وادي الكفرين 1.609كم/كم^2 (جدول15)، وهي قيمٌ متدنّية حسب تصنيف (Morisawa,1968) (جدول10)، ويعود انخفاض هذه القيم في هذه الأحواض إلى ارتفاع معدلات تسرُّب المياه نحو الباطن؛ بسبب سيادة الصخور ذات النفاذية العالية، مثل الصخور الكلسية، والرملية، وتكوينات الزمن الرُّباعي، التي تُغطّي مساحات واسعة من هذه الأحواض (جدول1، شكل2، شكل3)، إضافةً إلى تميّز حوض نهر الزرقاء بوجود الصخور البازلتية المقاومة لعمليات الحتّ في الأجزاء الشرقية، والشمالية الشرقية منه (شكل2)، وعِظم معدلات التبخّر فيه بسبب كبر مساحته، وكذلك وجود الغطاء النباتي الذي يغطي 27.08% من إجمالي مساحة حوض وادي شعيب، و31.66% من إجمالي مساحة حوض الكفرين (جدول5)، كلُّ ذلك عمل في الحدّ من تكوين، وتشكيل، ونموّ المجاري المائية في هذه الأحواض، وبالتالي ترتّب على هذا انخفاض كثافة التصريف.

7 ـ التّكرار النهري (F_s) :

بلغت قيمة التّكرار النهري في حوض نهر الزرقاء 1.186 مجرى/ كم^2، وفي حوض وادي شعيب 1.940 مجرى/ كم^2، وفي حوض وادي الكفرين 1.759 مجرى/ كم^2 (جدول15)، وهي قيم متدنّية نتجت من نفس الأسباب التي عملت على انخفاض قيم كثافة التصريف في هذه الأحواض، وأكّدت هذه القيم على العلاقة الطرديّة ما بين كثافة التصريف، والتّكرار النهري، فكلّما زادت قيمة إحداهما زادت قيمة الأخرى، والعكس صحيح.

8 ـ طول الجريان الصفائحي (L_o) :

يتبين من (جدول15) أن طول الجريان الصفائحي في حوض نهر الزرقاء بلغ 0.730كم، وفي حوض وادي شعيب 0.756كم، وفي حوض وادي الكفرين 0.804كم، وهي قيم متدنّية تدل على انخفاض مُعدل الجريان الصفائحي (ألّا قَنوِي) في هذه الأحواض، وتعكس مدى تأثّر شبكات التصريف فيها بالنشاطات التكتونية.

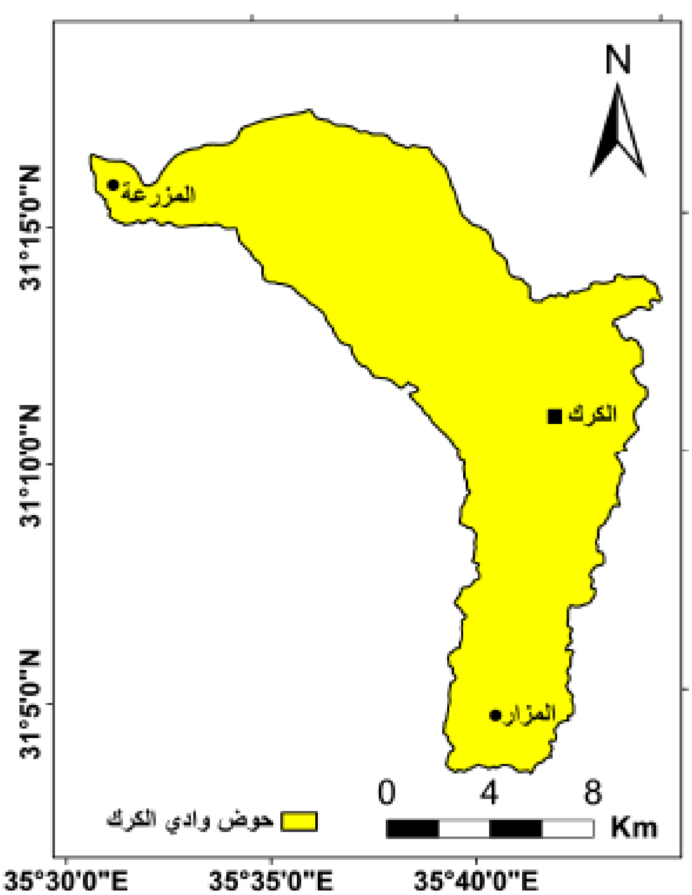
9 ـ شدة التصريف (D_i):

يتضح من (جدول15) أن قيمة شدة التصرف في حوض نهر الزرقاء بلغت 0.812، وفي حوض وادي شعيب1.283، وفي حوض وادي الكفرين 1.093، وهي قيم منخفضة؛ بسبب انخفاض قيم كثافة التصريف (D_d)، وقيم التكرار النهري (F_s) في هذه الأحواض، ويؤدي انخفاض قيم شدة الصرف إلى بُطء الجريان السطحي للمياه، مما يجعل تلك الأحواض عُرضةً للانهيارات الأرضية، وذلك نتيجة تشبُّع التربة بالمياه.

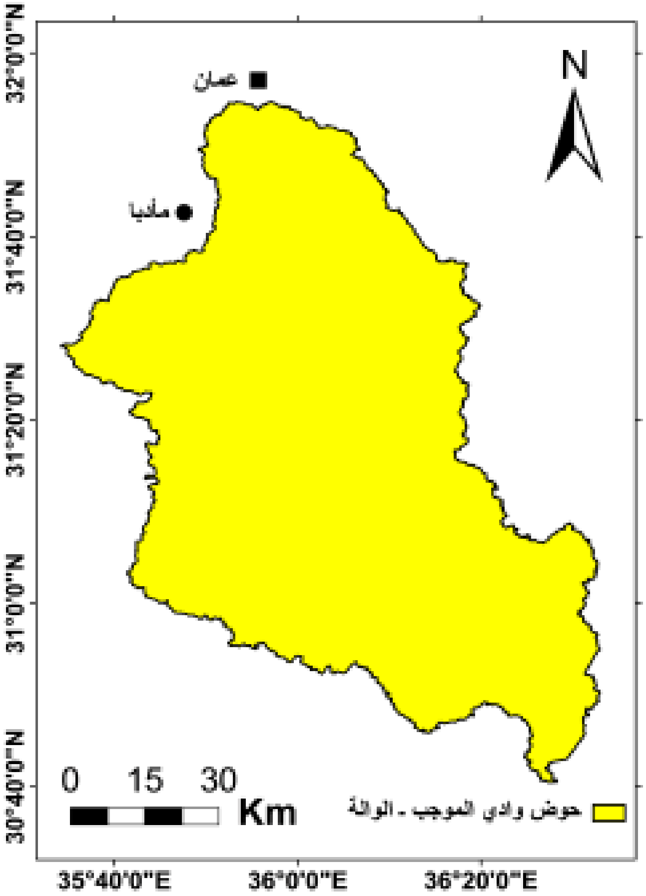
4. 2 ـ الخصائص المورفومترية لأحواض البحر الميت:

يقصد بأحواض البحر الميت تلك الأودية التي تصب في البحر الميت، وتقتصر الدراسة على اثنين منها، وهي: حوض وادي الموجب ـ الوالة، وحوض وادي الكرك.

ويقع حوض وادي الموجب ـ الوالة في وسط الأردن، ويحدُّه من الشمال حوض نهر الزرقاء، ومن الشمال الغربي حوض وادي الكفرين، ومن الجنوب الغربي حوض وادي الكرك، ويأخذ الحوض اتجاه جنوبي شرقي، شمالي غربي (شكل1)، ويقع هذا الحوض فلكيًّا ما بين دائرتي عرض25 ".40.'30°-43".34.'31°، وخطّيْ طول 12".34.'35°- 00".33.'36° (شكل53)، وأما حوض وادي الكرك فيقع جنوب شرق البحر الميت، ويحدّه من الشرق حوض وادي الموجب ـ الوالة (شكل1)، ويقع هذا الحوض فلكيًّا بين دائرتي عرض 25".03.'31°- 18".17.'31°، وخطّيْ طول 57".30.'35°- 50".44.'35° (شكل54).



شكل (54) الموقع الفلكي لحوض وادي الكرك



شكل (53)الموقع الفلكي لحوض وادي الموجب ـ الوالة

4. 2. 1 ـ الخصائص المورفومترية المساحية لأحواض البحر الميت:

1 ـ مساحة الحوض (A) :

تبلغ مساحة حوض وادي الموجب ـ الوالة 6571.290كم^2، وهو بذلك يُعد من أكبر الأحواض المائية في هذه الدراسة مساحةً، ومساحة حوض وادي الكرك 190.900كم^2 (جدول19)، وتعكس مساحة حوض وادي الموجب ـ الوالة مدى تأثير العوامل الجيولوجية البنيوية، والتكوينات الصخرية، والعوامل المناخية في عمليات التعرية من حتٍّ وإرساب، وبالرغم من أنّ كبر مساحة الحوض يعطي فرصة أكبر لزيادة تغذية المجاري المائية بالمياه من جهة، إلا أنه من جهة أخرى يعمل على زيادة الفاقد من المياه عن طريق التسرّب والتبخّر، مما يؤدي إلى تقليل كمية الجريان السطحي، وحجم التصريف، وتكرار المجاري المائية.

2 ـ محيط الحوض (P) :

يتضح من (جدول19) أن محيط حوض وادي الموجب ـ الوالة يبلغ 563.370كم، ويعكس الطول الكبير لهذا المحيط كثرة تعرّجه وعِظم مساحة هذا الحوض (شكل53)، ويبلغ محيط حوض وادي الكرك 99.490كم، ويُعد محيط هذا الحوض طويلاً نسبيًّا مقارنةً بمساحته، نتيجة لكثرة تعرّجه وعدم انتظامه (شكل54).

3 ـ طول الحوض (L_b) :

من خلال (جدول19) يتضح أن طول حوض وادي الموجب ـ الوالة من المصب إلى أقصى نقطة على محيطه في الجنوب الشرقي 134.032كم، ويصل طول حوض وادي الكرك 33.950كم، ابتداءً من مصبه إلى أبعد نقطة على محيطه نحو الجنوب.

4. 2. 2 ـ الخصائص المورفومترية الشكلية لأحواض البحر الميت:

1 ـ نسبة الاستطالة (R_e) :

بلغت نسبة الاستطالة في حوض وادي الموجب ـ الوالة 0.680، وفي حوض وادي الكرك 0.459 (جدول19)، ووفقاً لتصنيف (Schumm,1956) للأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة (جدول6)، يُعد حوض وادي الموجب ـ الوالة مستطيل الشكل، فيما يُعد حوض وادي الكرك ذو شكلٍ أكثرَ استطالة، ويدل الشكل المستطيل للحوضين على امتدادهما، وبالتالي فإن الوصول إلى قمة الجريان يحتاج إلى وقت أطول مما يُقلّل خطرَ التعرض للفيضانات، وإمكان التعامل معها،إضافةً إلى إن كِلا الحوضين في مرحلة الشباب من دورتهما الحَتّية.

2 ـ نسبة الاستدارة (R_c) :

بلغت نسبة الاستدارة في حوض وادي الموجب ـ الوالة 0.260، وفي حوض وادي الكرك 0.241 (جدول19)، وهي نسب متدنّية تدل على ابتعاد شكل كلٍّ منهما عن الشكل الدائري واقترابه من الشكل المستطيل، وتدل أيضًا على نشاط عمليات التعرية والانزلاقات الأرضية وانجراف التربة، وعدم انتظام خط تقسيم المياه وكثرة تعرجه في كلا الحوضين.

جدول (19) الخصائص المورفومترية لأحواض البحر الميت المختارة

ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير المورفومتري	حوض وادي الموجب الوالة	حوض وادي الكرك
1	الرتبة النهرية	(u)	7	5
2	عدد المجاري المائية (المجموع)	(N_u)	7742	762
3	طول المجاري المائية (المجموع) (كم)	(L_u)	9315.475	488.556
4	متوسط طول المجاري المائية (كم)	(L_{sm})	1.203	0.641
5	معدل نسبة التشعب	(R_{bm})	4.984	5.302
6	محيط الحوض (كم)	(P)	563.370	99.490
7	طول الحوض (كم)	(L_b)	134.032	33.950
8	مساحة الحوض ($كم^2$)	(A)	6571.290	190.900
9	تضرس الحوض	(B_h)	1697	1661
10	نسبة التضرس	(R_r)	0.012	0.048
11	نسبة الاستطالة	(R_e)	0.680	0.459
12	نسبة الاستدارة	(R_c)	0.260	0.241
13	نسبة التفلطح	(k)	0.686	1.509
14	كثافة التصريف (كم/ $كم^2$)	(D_d)	1.417	2.559
15	التكرار النهري (مجرى/ $كم^2$)	(F_s)	1.178	3.981
16	معامل الشكل	(R_f)	0.364	0.165
17	نسيج الحوض	(D_t)	13.742	7.659
18	مؤشر التآكل	(D_{Is})	1.328	1.300
19	درجة الوعورة	(R_n)	2.404	4.250
20	شدة التصرف	(D_i)	0.831	1.555
21	طول الجريان الصفائحي (كم)	(L_o)	0.708	1.279
22	التكامل الهبسومتري	(H_i)	0.870	0.863

المصدر : من عمل الباحث

3 ـ معامل الشكل (R_f) :

بلغ معامل الشكل لحوض وادي الموجب ـ الوالة 0.364، ولحوض وادي الكرك 0.165، وهي قيم منخفضة تشير إلى أن كلا الحوضين ممتد أي: مستطيل الشكل (جدول19).

4 ـ نسبة التفلطح (k) :

من خلال (جدول19) بلغت نسبة التفلطح لحوض وادي الموجب ـ الوالة 0.686، فيما بلغت نسبة التفلطح لحوض وادي الكرك 1.509، وتدل قيمة نسبة التفلطح لكلا الحوضين على اقتراب شكلهما من الشكل المستطيل، وهذا يتفق مع نتائج المتغيرات آنفة الذكر المتعلقة بالخصائص الشكلية.

4. 2. 3 - الخصائص المورفومترية التضاريسية لأحواض البحر الميت :

1 - تضرس الحوض (B_h) :

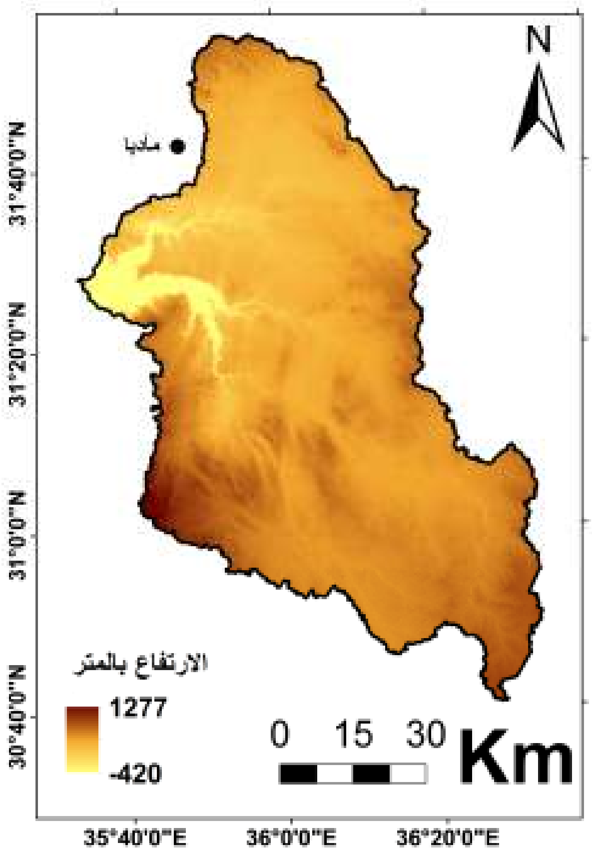
بلغ تضرّس حوض وادي الموجب - الوالة 1697م (جدول19، شكل55) ، وتضرّس حوض وادي الكرك 1661م (جدول19، شكل56)، وهي قيم عالية بسبب انخفاض مستوى قاعدة حوض وادي الموجب - الوالة (- 420 مترًا عند المصب في البحر الميت)، وكذلك انخفاض مستوى القاعدة لحوض وادي الكرك (- 384 مترًا عند المصب في البحر الميت)، وما نتج عن ذلك من عمليات تجدد الشباب، وبالتالي ارتفاع قيم التضرّس، ونشاط عمليات الحت الرأسي، والتراجعي الصّاعد، مما أدّى إلى وُعورة تضاريس الحوضين، ونشاط الانزلاقات الأرضية، وعمليات انجراف التربة.

2 - نسبة التضرس (R_r):

بلغت نسبة تضرس حوض وادي الموجب - الوالة 0.012 (جدول19)، وهي قيمة متدنّيةُ جاءت نتيجة لعِظم طول هذا الحوض مقارنةً بتضرسه، في حين بلغت نسبة التضرس في حوض وادي الكرك 0.048، وهي قيمة مرتفعة تدل على أنّ منطقة الحوض ذات سفوح شديدة الانحدار وتضاريس وعرة.

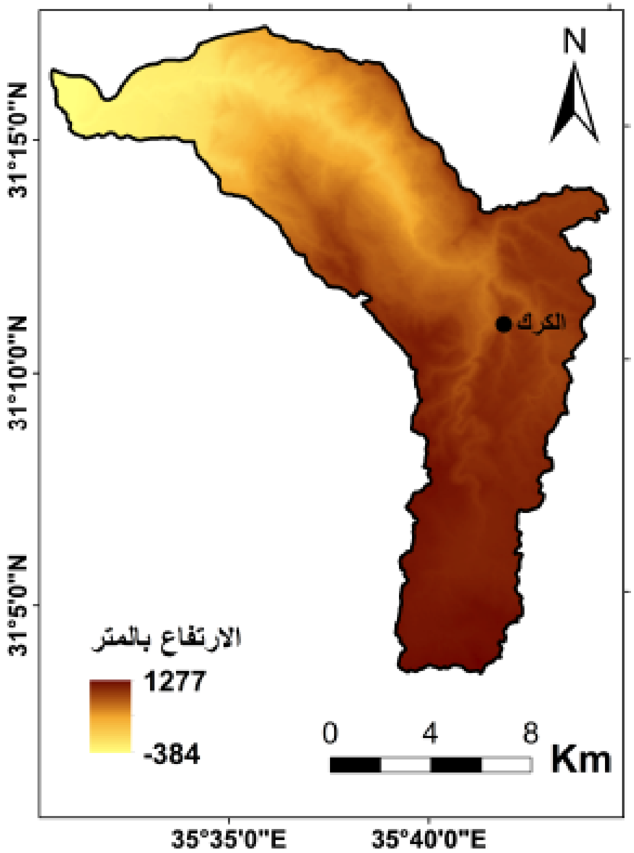
4 - درجة الوعورة (R_n):

يتضح من (جدول19) أن درجة الوعورة في حوض وادي الموجب - الوالة بلغت 2.404، بينما بلغت درجة الوعورة في حوض وادي الكرك 4.250، وتُعد قيمة درجة الوعورة لهذين الحوضين مرتفعة؛ وفقًا (Strahler,1956)، وحسب تصنيف درجة الوعورة المقترح لمنطقتنا من قبل (Farhan et al,2015)، (جدول7)، وبناءً على قيم درجة الوعورة يتميز الحوضين بوعورة السطح، وصعوبة تضاريسهما، وهذا يرجع إلى نشاط عمليات التعرية المائية، وضعف مقاومة الصخور الكِلسية، والرملية السائدة في كلٍّ من الحوضين لعمليات التعرية، إذ تغطي مجتمعةً نسبة 67.11% من إجمالي مساحة حوض وادي الموجب - الوالة (جدول 1، شكل4)، وما نسبته 93.35% من المساحة الكلية لحوض وادي الكرك (جدول1) (شكل5) .



شكل (55) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

لحوض وادي الموجب ـ الوالة



شكل (56) نموذج الارتفاع الرقمي(DEM)

لحوض وادي الكرك

5 ـ نسيج الحوض (D_t):

بلغت قيمة نسيج الحوض لوادي الموجب ـ الوالة 13.742، في حين بلغت هذه القيمة في حوض وادي الكرك 7.659 (جدول19)، وتدل هذه القيم حسب تصنيف (Smith,1950) (جدول8)، أن حوض وادي الموجب ـ الوالة ذو نسيج ناعمٍ جدًّا، فيما يُعد حوض وادي الكرك ذو نسيج ناعم، وهذا يرجع إلى ضعف مقاومة الصخور في كلا الحوضين لعمليات الحت، وقد أسهمت قلّة الغِطاء النباتي في حوض وادي الموجب ـ الوالة في ارتفاع قيمة نسيج الحوض، حيث لا تتعدى المساحة المُغطاة بالنباتات نسبة 6.36% من مساحته الكلية (جدول5، شكل 32).

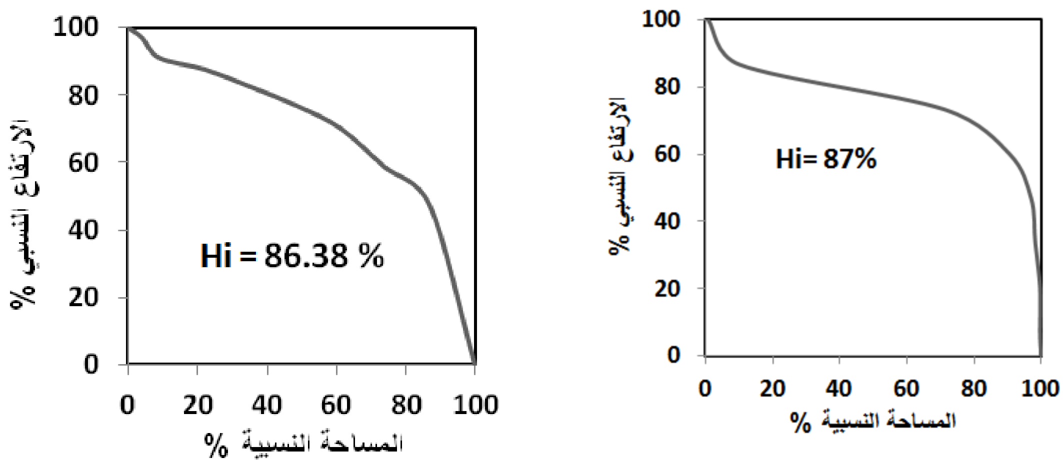
6 ـ مؤشر التآكل والتعمّق الرأسي (D_{is}):

يتضح من (جدول19) أن قيمة مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في حوض وادي الموجب ـ الوالة بلغت 1.328 ، بينما في حوض وادي الكرك 1.300(جدول19)، وهي قيم مرتفعة تقع

ضمن الفئة الخامسة، حيث التآكل والحت الرأسي العالي جدًّا (جدول9)، وهذا يدل على أن الحوضين في مرحلة الشباب من دورتهما الحَتّية، وأن عمليات الحت والتعمق الرأسي عالية، بسبب توالي انخفاض مستوى القاعدة للحوضين، وأنّ الناتج الرسوبي عالي أيضًا، بفعل نشاط عمليات التعرية المائية.

7 ـ التكامل الهبسومتري (H_i):

بلغ التكامل الهبسومتري في حوض وادي الموجب ـ الوالة 87%، بينما بلغت قيمتة في حوض وادي الكرك 86.38% (جدول19، شكل57 أ، ب)، وتشير هذه القيم إلى أن الحوضين في مرحلة الشباب من دورتهما الحَتّية، وأنه لازالت أجزاء كبيرة من صخورهما تنتظر الإزالة بفعل عمليات التعرية.



حوض وادي الموجب ـ الوالة (أ) حوض وادي الكرك (ب)

شكل (57) المنحنى الهبسومتري في أحواض البحر الميت وقيمة التكامل الهبسومتري (Hi)

4. 2. 4 - الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في أحواض البحر الميت:

1 - رُتب المجاري المائية(u) وأعدادها (N_u):

وفقاً لطريقة (Strahler ,957) في تحديد رُتب المجاري المائية، يصنف حوض وادي الموجب ـ الوالة من الرتبة السابعة، (جدول20، شكل58)، في حين يصنف حوض وادي الكرك من الرتبة الخامسة (جدول21، شكل59)، ويتبن من (جدول20) أن العدد الكلي للمجاري المائية في حوض وادي الموجب ـ الوالة يبلغ 7742 مجرى، شكّلَ منها عدد مجاري الرتبة الأولى نسبة 79.68%، في حين شكّلَ عدد مجاري الرتبة الثانية 15.09%، وأما أعداد المجاري من الرتبة الثالثة إلى الرتبة السابعة فقد شكّلت نسبة 5.21% من المجموع الكُلي لأعداد المجاري في هذا الحوض، بينما بلغ العدد الكلي للمجاري المائية في حوض وادي الكرك 762 مجرى، شكّلَ منها عدد مجاري الرتبة الأولى 80.83%، فيما شكّلَ عدد مجاري الرتبة الثانية 14.43%، وسجّلت أعداد مجاري الرتبة الثالثة، والرابعة، والخامسة، نسبة 3.93%، 0.65%، 0.13%، على التوالي من المجموع الكلي لعدد المجاري المائية في هذا الحوض (جدول21)، نلحظ ممّا تقدم تناقص أعداد المجاري مع زيادة الُرُّتبة النّهرية في كلا الحوضين (شكل60، شكل61)، وهذا يتفق مع قانون (Horton,1945) الأول المتعلق بأعداد المجاري المائية من الرتب المختلفة.

2 - أطوال المجاري المائية (L_u) ومتوسط أطوالها (L_{sm}):

يتضح من (جدول20) أن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض الموجب ـ الوالة بلغ 9315.475كم، حيثُ شكّلت أطوال مجاري الرُّتبة الأولى نسبة 49.78%، في حين شكّلت أطوال مجاري الرتبة الثانية 25.06%، وأطوال مجاري الرتبة الثالثة نسبة 12.81%، وأما أطوال مجاري الرتبة الرابعة، والخامسة، والسادسة، والسابعة فقد شكّلت نسبة 6.39 %، 2.82 %، 2.44 %، 0.67 % على التوالي من المجموع الكلي لأطوال المجاري المائية في هذا الحوض، وفيما يتعلق بالمتوسط العام لأطوال المجاري المائية في هذا الحوض، فقد بلغ 1.203كم، بينما تراوح متوسط أطوال المجاري على مستوى الرُّتب ما بين0.751كم للرتبة الأولى، و 62.540كم للرتبة السابعة، ويتبين من (جدول21) أنّ مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي الكرك بلغ 488.556كم، شكّلت منها أطوال مجاري الرتبة الأولى نسبة 52.55%، وأطوال الرتبة الثانية 23.94%، بينما شكّلت أطوال مجاري الرتبة الثالثة، والرابعة، والخامسة نسبة 10.46%، 4.26%، 8.76% على التوالي من المجموع الكلي لأطوال المجاري في حوض وادي الكرك،

وأما المتوسط العام لأطوال المجاري في هذا الحوض فقد بلغ 0.641كم، بينما تراوح متوسط أطوال المجاري على مستوى الرُّتب ما بين الأدنى للرتبة الأولى وهو 0.416كم، والأعلى للرتبة الخامسة وهو 42.823كم.

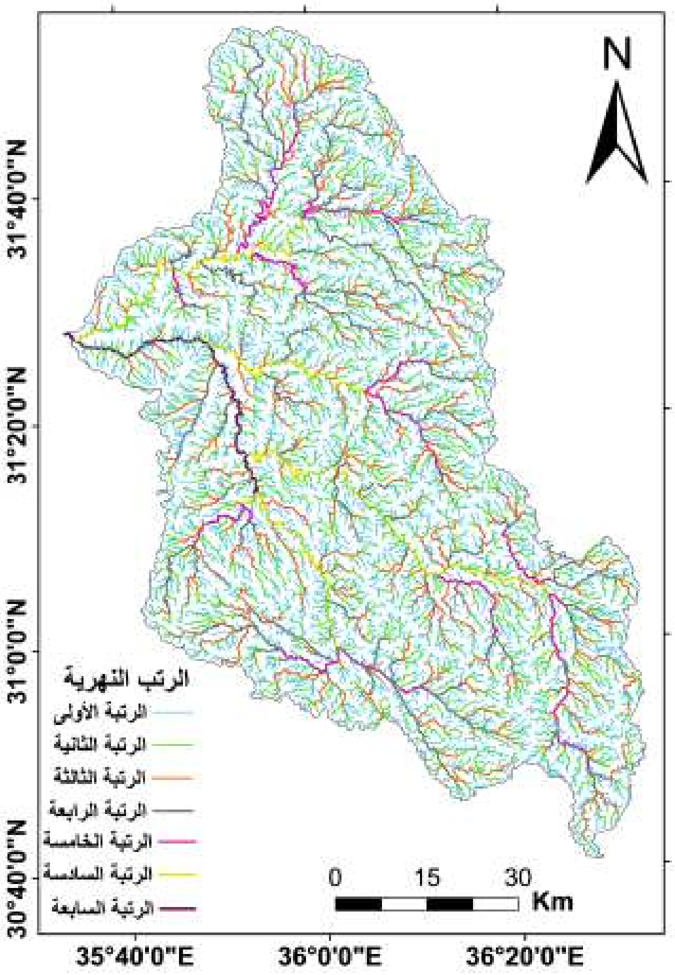
يتبين مما سبق أن متوسط المجاري المائية على مستوى الرُّتب في حوض وادي الموجب ـ الوالة، وحوض وادي الكرك، يزداد مع زيادة الرتبة (شكل62، شكل63)، وهو ما يتماشى مع قانون (Horton,1945) الثاني المتعلق بأطوال المجاري، والذي يشير إلى أن متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرُّتب يميل إلى تشكيل متوالية هندسية (Farhan et al, 2015).

جدول (20) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي الموجب ـ الولة

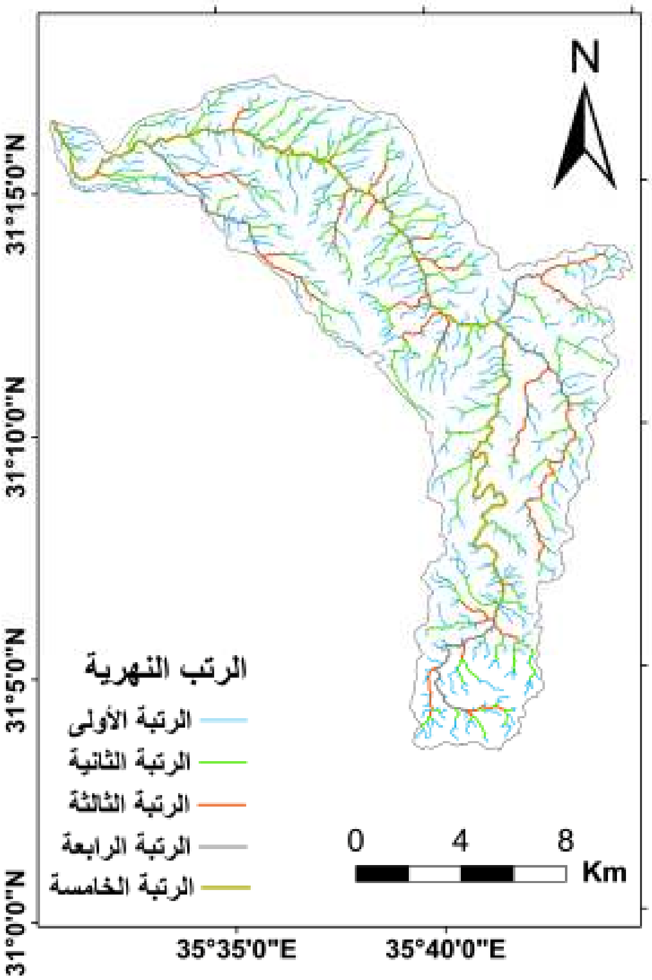
ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية						
1	الرتبه النهرية (7)	(u)	1	2	3	4	5	6	7
2	عدد المجاري المائية (المجموع) (7742)	(N_u)	6169	1169	307	75	16	5	1
3	طول المجاري المائية (المجموع)(9315.475كم)	(L_u)	4637.659	2335.289	1193.377	595.453	263.707	227.450	62.540
4	متوسط طول المجاري المائية (1.203 كم)	(L_{sm})	0.751	1.997	3.887	7.939	16.481	45.490	62.540
5	نسبة طول المجاري المائية	(R_L)		0.481 1/2	0.533 2/3	0.498 3/4	0.442 4/5	0.862 5/6	0.274 6/7
6	نسبة التشعب	(R_b)		5. 277 2/1	3.807 3/2	4.093 4/3	4.687 5/4	3.2 6/5	5 7/6

جدول (21) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي الكرك

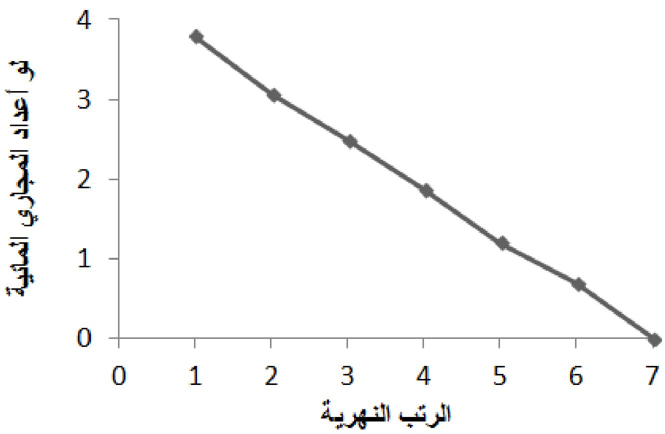
ر م.	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية				
1	الرتبه النهرية (5)	(u)	1	2	3	4	5
2	عدد المجاري المائية (المجموع)(762)	(N_u)	616	110	30	5	1
3	طول المجاري المائية (المجموع) (488.556 كم)	(L_u)	256.771	116.984	51.145	20.813	42.823
4	متوسط طول المجاري المائية (0.641 كم)	(L_{sm})	0.416	1.063	1.704	4.162	42.823
5	نسبة طول المجاري المائية	(R_L)		0.445 1/2	0.437 2/3	0.406 3/4	1.057 4/5
6	نسبة التشعب	(R_b)		5.60 2/1	3.66 2/3	6 3/4	5 4/5



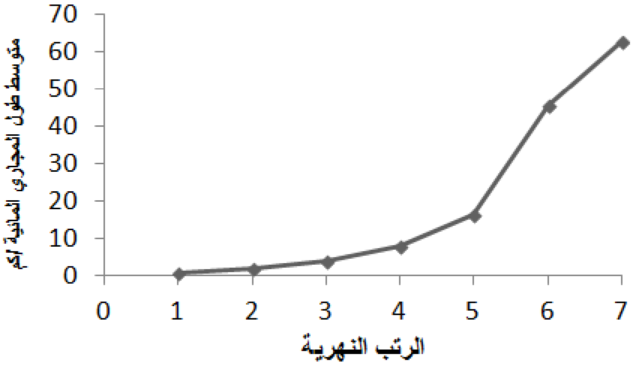
شكل (58)الرتب النهرية في حوض وادي الموجب ـ الوالة



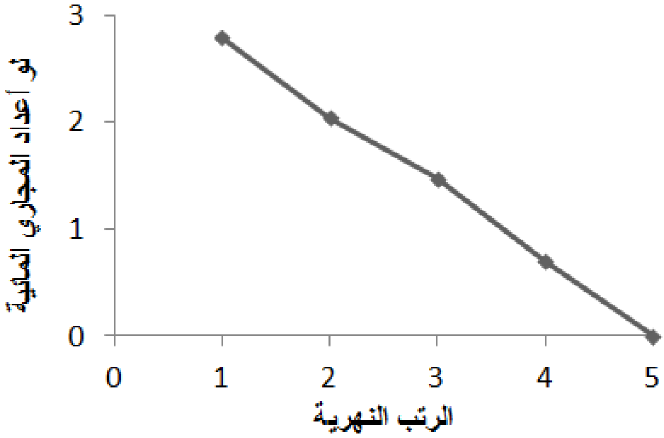
شكل (59)الرتب النهرية في حوض وادي الكرك



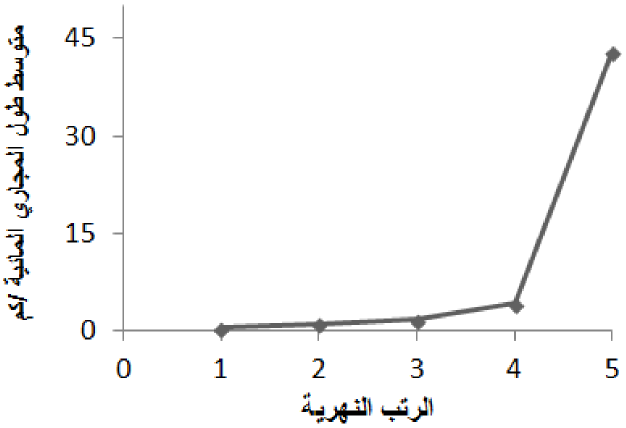
شكل (60) العلاقة بين الرتب النهرية وأعداد المجاري المائية في حوض وادي الموجب ـ الوالة



شكل (61) العلاقة بين الرتب النهرية ومتوسط طول المجاري المائية في حوض وادي الموجب ـ الوالة



شكل (62) العلاقة بين الرتب النهرية وأعداد المجاري المائية في حوض وادي الكرك



شكل (63) العلاقة بين الرتب النهرية ومتوسط طول المجاري المائية في حوض وادي الكرك

3 ـ نسبة طول المجاري المائية (R_L):

اختلفت نسبة طول المجاري المائية من رتبة إلى أخرى في حوض وادي الموجب ـ الوالة حيث تراوحت ما بين 0.274 – 0.862 (جدول20)، وكذلك تباينت في حوض وادي الكرك إذ تراوحت ما بين 0.406 ـ 1.057 (جدول21)، ويرجعُ اختلاف نسبة طول المجاري بين الرُّتب في هذين الحوضين إلى اختلاف وتبايُن درجة الانحدار فيهما من مكان إلى آخر، إضافةً إلى مرحلتهما العُمُرية من الدورة الحَتّية وهي مرحلة الشباب.

4 ـ نسبة التشعّب (R_b):

يتّضح من (جدول20) أنّ نسبة التشعّب في حوض وادي الموجب ـ الوالة تراوحت ما بين أدناها من الرتبة الخامسة إلى السادسة 3.2، وأعلاها من الرتبة الأولى إلى الثانية 5.277، فيما تراوحت نسبة التشعّب في حوض وادي الكرك ما بين أدناها 3.66 من الرتبة الثانية إلى الثالثة، وأعلاها 6 من الرتبة الثالثة إلى الرابعة (جدول21)، ويعود اختلاف نسبة التشعب بين الرتب إلى تبايُن معدّلات الأمطار من مكان إلى آخر في كلا الحوضين (شكل12، شكل13)، إضافة إلى عدم التجانس الجيولوجي، خاصّةً من ناحية التكوينات الصخرية (شكل4، شكل5).

5 ـ مُعدّل نسبة التشعّب (R_{bm}):

بلغ معدل نسبة التشعب في حوض وادي الموجب ـ الوالة 4.984، وفي حوض وادي الكرك 5.302 (جدول19)، وهي نسب قريبة من نسبة التشعّب ما بين الرتب المُتتالية في هذين الحوضين، وتشير قيمة مُعدّل نسبة التشعّب إلى تأثّر نمط التصريف في حوض وادي الموجب ـ الوالة، ووادي الكرك بالنشاط التّكتوني، والصدوع ، وعمليات الرفع، التي حدثت منذ الميوسين إلى الآن.

6 ـ كثافة التصريف (D_d):

يتبين من (جدول19) أن كثافة التصريف في حوض وادي الموجب ـ الوالة 1.417كم/كم^2 بينما بلغت في حوض وادي الكرك 2.559كم/كم^2، وهي قيم منخفضة حسب تصنيف (Morisawa, 1968) (جدول10)، وقد جاءت نتيجة لارتفاع مُعدّلات الفاقد المائي الناتج عن عِظم معدلات التبخر، خاصةً في حوض وادي الموجب ـ الوالة لِسعة مساحتة، وتسرّب المياه نحو الباطن نتيجة للنّفاذيّة العالية في صخور الحوضين مثل الصخور الكِلسية، والصخور الرملية، وإرسابات الزّمن الرُّباعي، وساهم أيضًا وجود الصخور البازِلتية المقاومة لعمليات الحت المائي في حوض وادي الموجب ـ الوالة (شكل4)، ووجود النباتات في حوض وادي الكرك إذ تغطي نسبة 27.44% من مساحتة (جدول5، شكل32)، في تقليل تكوّن المجاري المائية مما خفّض قيمة الكثافة التصريفية في هذين الحوضين.

7 ـ التّكرار النهري (F_s):

بلغت قيمة التّكرار النهري في حوض وادي الموجب ـ الوالة 1.178 مجرى/ كم^2، وبلغت في حوض وادي الكرك 3.981 مجرى/ كم^2 (جدول19) وهي قيم منخفضة تعكس العلاقة الطردية ما بين التكرار النهري وكثافة التصريف، ويعود انخفاض قيمة هذا المتغير في هذين الحوضين إلى نفس الأسباب التي عملت على انخفاض قيمة كثافتهما التصريفية.

8 ـ طول الجريان الصفائحي (L_o):

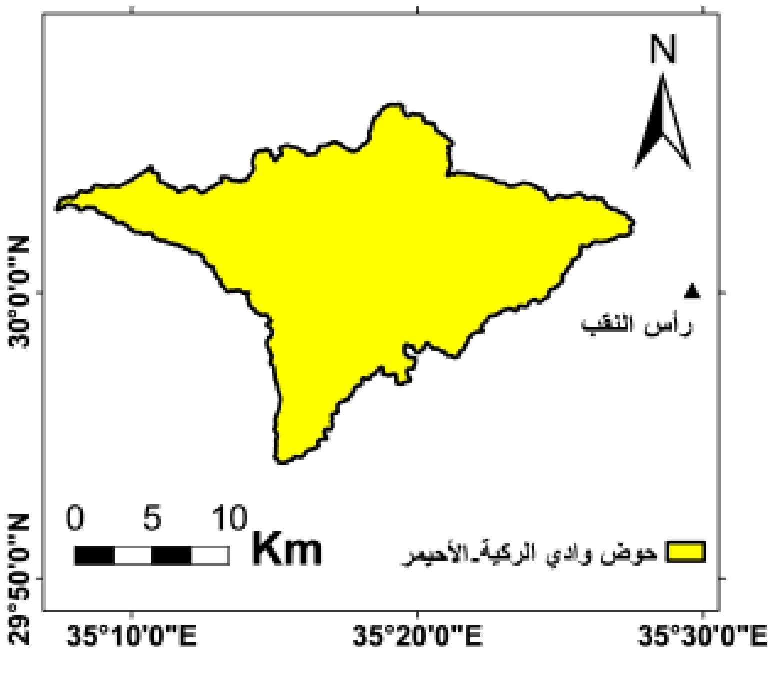
بلغ طول الجريان الصفائحي في حوض وادي الموجب ـ الوالة 0.708كم ، وبلغ في حوض وادي الكرك 1.279 كم (جدول19)، وهي قيم متدنّية تدل على تأثّر شبكة التصريف في كلا الحوضين بالنشاط التكتوني (الرفع، والهبوط) والتصدع .

9 ـ شدة التصريف (D_i):

بلغت قيمة هذا المتغير في حوض وادي الموجب ـ الوالة 0.831، وفي حوض وادي الكرك 1.555 (جدول19)، وهي قيم منخفضة جاءت نتيجة لانخفاض قيمة كثافة التصريف والتّكرار النهري في الحوضين، ويُشير انخفاض قيم شدة الصرف إلى بُطء الجريان السطحي، ممّا يعمل على تشبّع التربة بالمياه، الأمر الذي يُحفّز حدوث الانهيارات الأرضية.

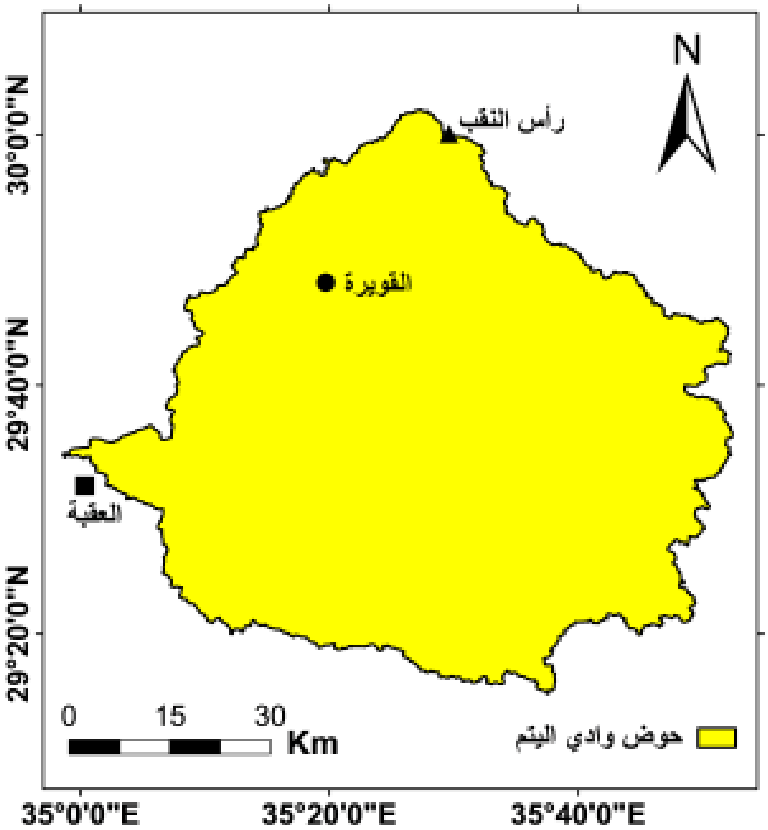
4 . 3 ـ الخصائص المورفومترية لأحواض وادي عربة :

يُقصد بأحواض وادي عربة تلك الأودية التي تنتهي إلى هذا الوادي، ويدخل منها في هذه الدراسة حوض وادي الركية ـ الأحيمر، وحوض وادي اليُتم، ويقع حوض وادي الركية ـ الأحيمر في الجزء الجنوبي الغربي من الأردن إلى الجنوب الشرقي من البحر الميت، ويحدّه من الجنوب الشرقي حوض وادي اليُتم، ويأخذ هذا الحوض اتجاه شرقي غربي لينتهي في وادي عربة (شكل1)، ويقع فلكيًا ما بين دائرتيْ عرض02".54.'29° - 32".06.'30°، وخطّيْ طول 20".07.'35° - 33".27.'35° (شكل64) .



شكل (64) الموقع الفلكي لحوض وادي الركية ـ الأحيمر

وأما حوض وادي اليُتم -الذي يُعد من أكبر الأحواض المائية مساحةً في الجنوب الأردني- يقع في أقصى الجنوب الغربي من الأردن، إذْ يَصب في وادي عربة (شكل1)، ويقع هذا الحوض فلكيًّا ما بين دائرتيْ عرض 20".15.'29°- 58".01.'30°، وخطّيْ طول 29".58.'34°- 39".52.'35° (شكل65).



شكل (65) الموقع الفلكي لحوض وادي اليُتم

4. 3. 1 ـ الخصائص المورفومترية المساحية لأحواض وادي عربة:

1 ـ مساحة الحوض (A) :

تبلغ مساحة حوض وادي الركية ـ الأحيمر 286.870كم^2، وتبلغ مساحة حوض وادي اليُتم 4430.500كم^2 (جدول22)، إذ يأتي في المرتبة الثالثة من بين الأحواض المائية المختارة مساحةً، وبالرغم من كبر مساحة حوض وادي اليُتم، وأهميتها في تغذية الحوض بالمياه، وزيادة الوارد منها، إلا أنّها تُسهم في زيادة الفاقد المائي عن طريق التسرّب والتبخّر، لا سِيما وأنّ الحوض يقع في منطقةٍ صحراويةٍ جافّةٍ.

2 ـ محيط الحوض (P):

يتّضح من (جدول22) أنّ محيط حوض وادي الركية ـ الأحيمر 109.230كم، فيما بلغ محيط وادي اليُتم 393.600كم، ويعود كبر طول محيط الحوض الأول مقارنة بمساحته إلى كثرة تعرّج هذا المحيط وعدم انتظامه، وأمّا الحوض الثاني فيرجع كبر طول محيطه إلى كبر مساحته إضافةً إلى كثرة تعرّج هذا المحيط.

3 ـ طول الحوض (L_b):

يتضح من (جدول22) أن طول حوض وادي الركية ـ الأحيمر ابتداءً من مصبّه في وادي عربة حتى أبعد نقطة على محيطه في أقصى الشرق 32.390كم، في حين بلغ طول وادي اليُتم 88.020كم، وذلك من مصبّه في وادي عربة حتى أبعد نقطة على محيطه نحو الشرق، ولا يُعد طول حوض وادي اليُتم كبيرًا مقارنةً بمساحته، الأمر الذي قد يُقلّل من زمن الوصول إلى قمّة الجرَيان، ممّا يزيد من خطر التعرّض للفيَضانات.

4. 3. 2 ـ الخصائص المورفومترية الشكلية لأحواض وادي عربة:

1 ـ نسبة الاستطالة R_e) :

تبلغ نسبة استطالة حوض وادي الركية ـ الأحيمر 0.589، ونسبة استطالة حوض وادي اليُتم 0.851 (جدول22)، ووفقًا لتصنيف (Schumm, 1956) (جدول6)، فإنّ حوض وادي الركية ـ الأحيمر يُعد حوضًا مستطيلَ الشكلِ، وفي مرحلة الشباب من دورته الحَتّية، وأنه حوض مُمتد يحتاج لبلوغ قمّة الجرَيان وقتًا أطول، مما يقلل خطر التعرض للفيضانات .

وأما حوض وادي االيُتم فيُعد حوضًا بيضاوي الشكل أي أنه يقترب من الشكل الدائري، واقترابه من الشكل الدائري يعني انخفاض المدة الزمنية اللازمة للوصول إلى قمة الجريان، وبالتالي زيادة نسبة التعرض لخطر الفيضانات.

2 ـ نسبة الاستدارة (R_c):

يتضح من (جدول22) أن نسبة الاستدارة لحوض وادي الركية ـ الأحيمر تبلغ 0.301، وهي قيمة متدنّية تعكس ابتعاد الحوض عن الشكل الدائري واقترابه من الشكل المستطيل، وكثرة تعرج محيطه، ونشاط عمليات التعرية والحت المائي على طوله، بينما تبلغ نسبة استدارة حوض وادي

اليُتم 0.359، وهي قيمة منخفضة لا تتماشى مع قيمة نسبة الاستطالة لهذا الحوض، التي تشير إلى أن الحوض بيضاوي الشكل، يقترب من الشكل الدائري (شكل65)، ويعود انخفاض نسبة الاستدارة لهذا الحوض إلى طول محيطه الناتج عن كثرة تعرُّجه، مما أثّر سلبًا على قيمة نسبة الاستدارة وجعلها منخفضة.

جدول (22) الخصائص المورفومترية لأحواض وادي عربة المختارة

ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	حوض وادي الركية ـ الأحيمر	حوض وادي اليتم
1	الرتبه النهرية	(u)	5	7
2	عدد المجاري المائية (المجموع)	(N_u)	346	5492
3	طول المجاري المائية (المجموع) (كم)	(L_u)	381.197	6588.048
4	متوسط طول المجاري المائية (كم)	(L_{sm})	1.101	1.199
5	معدل نسبة لتشعب	(R_{bm})	4.496	4.459
6	محيط الحوض (كم)	(P)	109.230	393.600
7	طول الحوض (كم)	(L_b)	32.390	88.020
8	مساحة الحوض (كم^2)	(A)	286.870	4430.500
9	تضرس الحوض	(B_h)	1510	1821
10	نسبة التضرس	(R_r)	0.046	0.020
11	نسبة الاستطالة	(R_e)	0.589	0.851
12	نسبة الاستدارة	(R_c)	0.301	0.359
13	نسبة التفلطح	(k)	0.914	0.437
14	كثافة التصريف (كم/ كم^2)	(D_d)	1.328	1.486
15	التكرار النهري (مجرى /كم^2)	(F_s)	1.206	1.239
16	معامل الشكل	(R_f)	0.273	0.571
17	نسيج الحوض	(D_t)	3.167	13.953
18	مؤشر التآكل	(D_{Is})	0.910	0.995
19	درجة الوعورة	(R_n)	2.005	2.706
20	شدة التصريف	(D_i)	0.908	0.833
21	طول الجريان الصفائحي (كم)	(L_o)	0.664	0.743
22	التكامل الهبسومتري	(H_i)	0.801	0.831

3 ـ معامل الشكل (R_f):

يظهرمن (جدول22) أن قيمة معامل الشكل لحوض وادي الركية ـ الأحيمر 0.273 وهي قيمة منخفضة تشير إلى استطالة الحوض وامتداده، بينما تبلغ قيمة معامل الشكل لحوض وادي اليُتم 0.571، وهي قيمة متوسطة تشير إلى أن الحوض ذو شكلٍ بيضاوي يقترب من الشكل الدائري، وأنّ هناك تجانسٌ ما بين طوله ومساحته، ممّا يجعل الحوض عرضةً للفيضانات بسبب سُرعة تدفّق المياه، وقلّة الوقت اللازم للوصول إلى قمّة الجرَيان .

4 ـ نسبة التفلطح (k):

يتضح من (جدول22) أن قيمة نسبة التفلطح لحوض وادي الركية ـ الأحيمر تبلغ 0.914، وهي قيمة متوسطة تدل على قلة تفلطح الحوض، واقترابه من الشكل المستطيل، في حين تبلغ نسبة التفلطح لحوض وادي اليُتم 0.437، وهي قيمة منخفضة تدل على تفلطح الحوض، وميله للاستدارة، مما يؤكد النتائج الخاصّة بمُتغيّري: (R_e)، (R_f) .

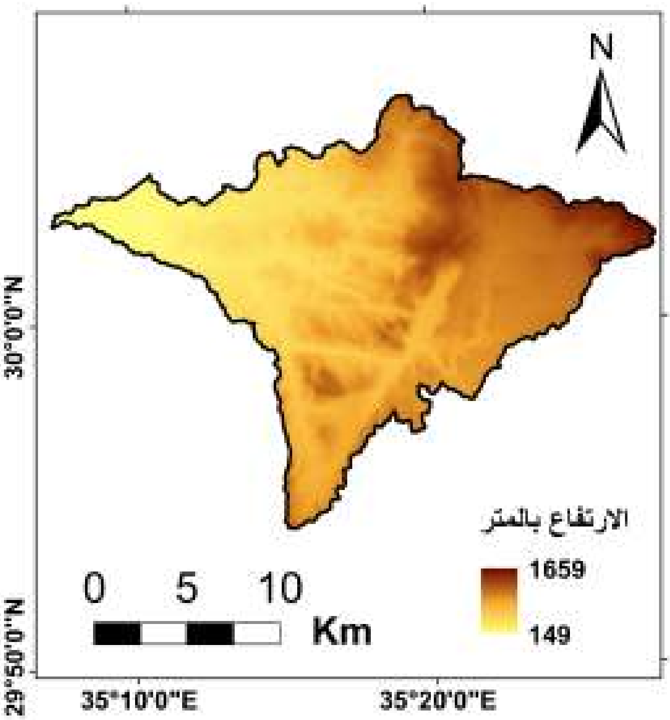
4. 3. 3 ـ الخصائص المورفومترية التضاريسية لأحواض وادي عربة:

1 ـ تضرّس الحوض (B_h):

يبلغ تضرس حوض وادي الركية ـ الأحيمر 1510م (جدول22، شكل66)، في حين يبلغ تضرس حوض وادي اليُتم 1821م (جدول22، شكل67)، وتُعد قيمة تضرس الحوض الأول عالية، مما يشير إلى وُعورة سطح وتضاريس هذا الحوض، إضافة إلى نشاط عمليات التعرية المائية، وارتفاع معدلات انجراف التّربة فيه، وأما حوض وادي اليُتم فبالرّغم من ارتفاع قيمة تضرّسه إلا أنّ هذه القيمة مقارنة بطوله لا تُعد عالية، وهذا ما أدّى إلى إيجاد توازُن في عمليات التعرية المائية، وبالتالي احتماليّة انخفاض الناتج الرسوبي لهذا الحوض.

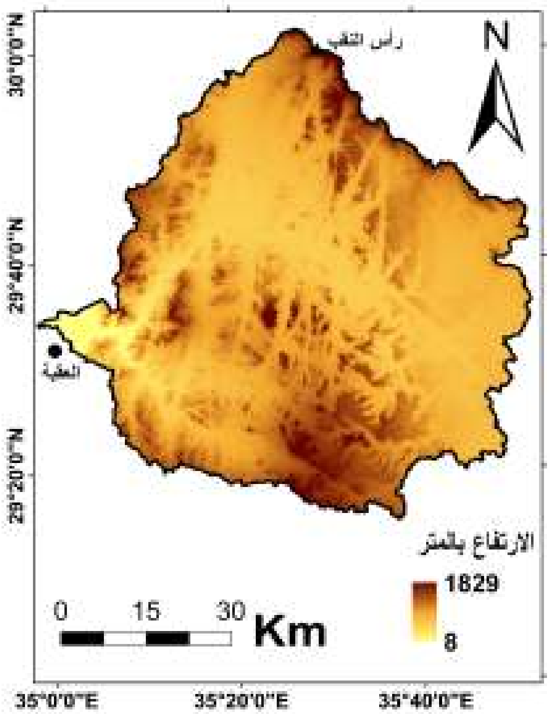
2 ـ نسبة التضرس (R_r):

تبلغ نسبة التضرس في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 0.046، وتبلغ هذه النسبة في حوض وادي اليُتم 0.020 (جدول22)، وتُعد نسبة التضرس عالية في الحوض الأوّل، ممّا يعكس نشاط عمليات التعرية المائية، وعِظم الحمولة من الرواسب، ووُعورة التضاريس في منطقة الحوض، وأما في حوض وادي اليُتم، فهي قيمةٌ متوسطةٌ .



شكل (66) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

لحوض وادي الركية ـ الأحيمر



شكل (67) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM)

لحوض وادي اليُتم

3 ـ درجة الوُعورة (R_n):

يتبين من (الجدول22) أن درجة الوعورة تبلغ في حوض وادي الركية الأحيمر 2.005، فيما تبلغ في حوض وادي اليُتم 2.706، وهي قيم مرتفعة وفقًا (Strahler,1956)، وحسب تصنيف (Farhan, et al 2015) (جدول7)، تشير إلى وُعورة تضاريس الحوضين، ويعود ارتفاع قيمة الوعورة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر إلى نشاط عمليات التعرية المائية، الناتجة عن قيمة التضرس العالية للحوض البالغة 1510م، إضافة إلى ضعف مقاومة بعض تكويناته الصّخرية كالصّخور الكِلسية، والرملية، وتكوينات الزمن الرُّباعي (شكل6) لعمليات الحت المائي، وأما في حوض وادي اليُتم فيرجع ارتفاع قيمة هذا المُتغيّر إلى أنّ أغلب المجاري المائية في الحوض قد شَقّت قنواتها في تكوينات الزمن الرباعي، وفي الصخور الكلسية، والرملية، بسبب ضعف هذه التكوينات، وقلة مقاومتها للحت المائي، وعلى طول القواطع الرأسية dykes، والمفاصل التّكتونية، والصّدوع، بالرغم من صلابة الصخور النارية المقاومة لعمليات الحت، التي تغطي نسبة 30.20% من المساحة الكلية للحوض (جدول1، شكل7).

4 ـ نسيج الحوض (D_t):

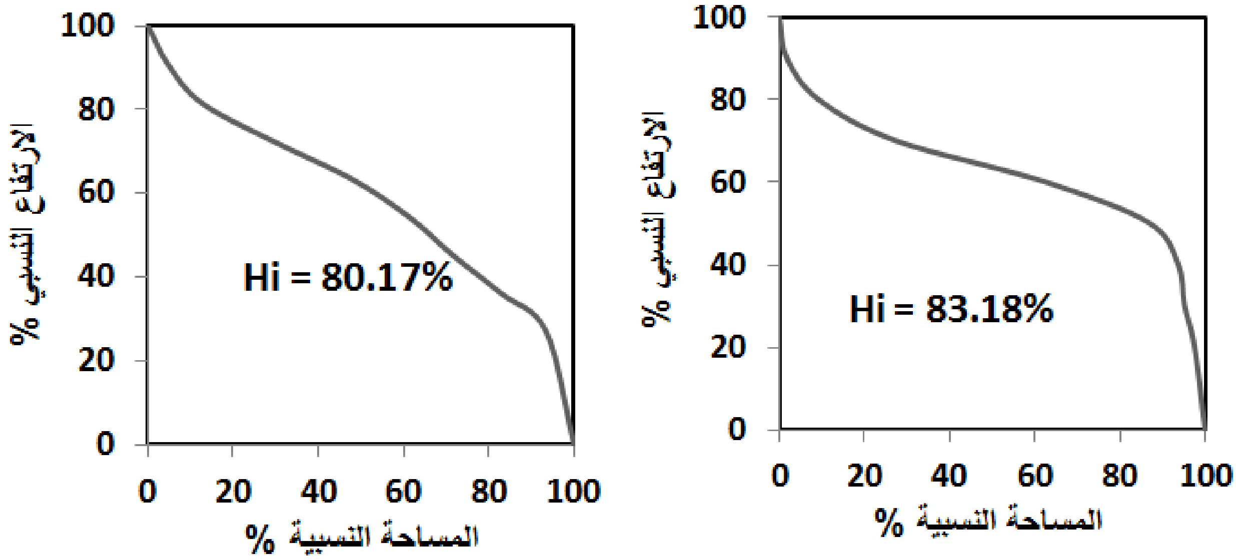
يتضح من (جدول22) أن قيمة نسيج الحوض، بلغت في حوض وادي الركية ـ الأحيمر3.167، وفي حوض وادي اليُتم 13.953، ووفقا لتصنيف (Smith,1950) (جدول8)، يُعد حوض وادي الركية ـ الأحيمر ذو نسيجٍ خشنٍ؛ نتيجة وجود الصخور النارية المقاومة لعمليات الحت المائي التي تُغطي نسبة 19.56% من مساحته الكلية (جدول1، شكل6)، وأما حوض وادي اليُتم فهو ذو نسيج ناعم جدًّا، بسبب وجود الصخور غير المقاومة لعمليات الحت المائي، مثل تكوينات الزمن الرباعي التي تغطي نسبة 41.95% من مساحته الكلية (جدول1،شكل7)، ووجود عدد كبيرٍ من القواطع الرأسية dykes، والصدوع ، والمفاصل، والشقوق التكتونية.

5 ـ مؤشر التآكل والتعمق الرأسي (D_{is}):

تبلغ قيمة مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 0.910، فيما بلغ مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في حوض وادي اليُتم 0.995 (جدول22)، وهي قيم مرتفعة، تقع ضمن الفئة الرابعة، حيث التآكل والحت الرأسي العالي (جدول9)، مما يشير إلى أن سطح كلا الحوضين وَعِرٌ وشديد التقطع.

6 ـ التكامل الهبسومتري (H_i):

تبلغ قيمة هذا المتغير في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 80.17%، وفي حوض وادي اليُتم 83.18%، وتشير هذه القيم إلى أن الحوضين في مرحلة الشباب من دورتهما الحتية، ولا زالت أجزاء كبيرة من صخورهما تنتظر الإزالة بفعل عمليات التعرية.



حوض وادي اليتم (ب) — حوض وادي الركية ـ الأحيمر (أ)

شكل (68) المنحنى الهبسومتري في أحواض وادي عربة وقيمة التكامل الهبسومتري (Hi)

4. 3. 4 ـ الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في أحواض وادي عربة:

1 ـ رُتب المجاري المائية(u) وأعدادها (N_u):

وفقاً لطريقة (Strahler, 1957) في تحديد رُتب المجاري المائية، يُصنّف حوض وادي الركية ـ الأحيمر من الرتبة الخامسة (جدول23، شكل69)، بينما يُصنف حوض وادي اليُتم من الرتبة السابعة (جدول24، شكل70)، ويتضح من (الجدول23) أنّ العدد الكلي للمجاري المائية في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 346 مجرى، شكّلت منها مجاري الرتبة الأولى نسبة 77.74%، في حين شكّل عدد مجاري الرتبة الثانية 17.05%، وشكّل مجموع المجاري من الرتبة الثالثة إلى الخامسة نسبة 5.20% من المجموع الكُلي لعدد المجاري المائية في هذا الحوض، فيما بلغ مجموع أعداد المجاري المائية في حوض وادي اليُتم 5492 مجرى، شكّل منها عدد مجاري الرتبة الأولى نسبة 77.53%، وشكّل عدد مجاري الرتبة الثانية نسبة 16.97%، وأما عدد مجاري الرتبة الثالثة فقد شكّل نسبة 4.24%، في حين شكّلت أعداد المجاري من الرتبة الرابعة إلى السابعة مجتمعةً نسبة 1.25% من المجموع الكُلي لعدد المجاري في هذا الحوض (جدول24)، وممّا تقدّم يتبيّن تناقُص أعداد المجاري مع زيادة الرتبة النّهرية في الحوضين (شكل71، شكل72)، وهذا يتماشى مع قانون (Horton, 1945) الأول المتعلق بأعداد المجاري المائية من الرتب المتتالية .

جدول (23) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي الركية ـ الأحيمر

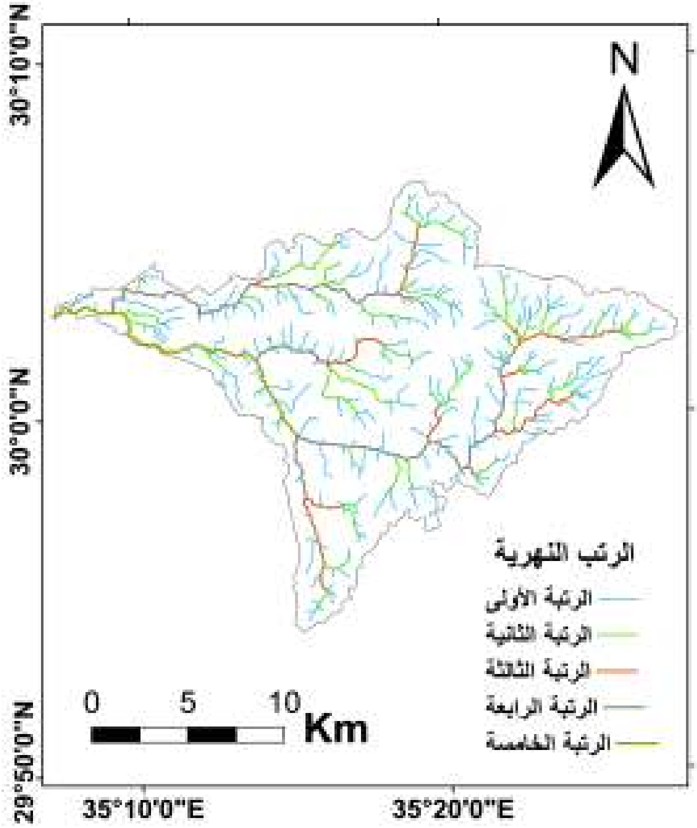
ر م.	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية				
1	الرتبه النهرية (5)	(u)	1	2	3	4	5
2	عدد المجاري المائية (المجموع)(346)	(N_u)	269	59	13	4	1
3	طول المجاري المائية (المجموع) (381.197 كم)	(L_u)	205.071	77.765	34.922	45.521	17.918
4	متوسط طول المجاري المائية (1.101 كم)	(L_{sm})	0.762	1.318	2.686	11.380	17.918
5	نسبة طول المجاري المائية	(R_L)		0.379 1/2	0.449 2/3	1.303 3/4	0.393 4/5
6	نسبة التشعب	(R_b)		4.559 2/1	4.538 3/2	3.25 4/3	4 5/4

جدول (24) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي اليُتم

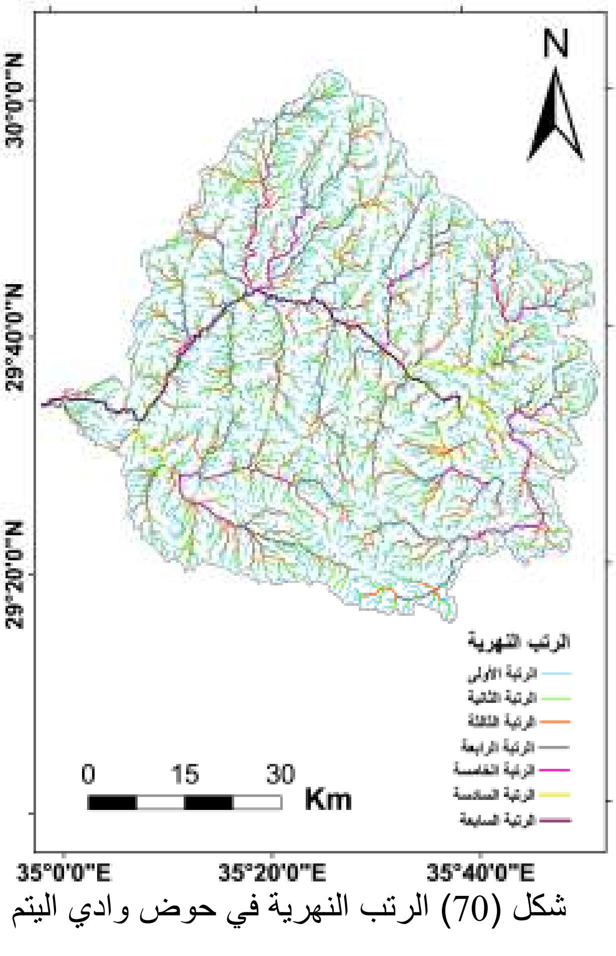
ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية						
1	الرتبه النهرية (7)	(u)	1	2	3	4	5	6	7
2	عدد المجاري المائية (المجموع) (5492)	(N_u)	4258	932	233	52	12	4	1
3	طول المجاري المائية (المجموع)(6588.048 كم)	(L_u)	3333.493	1644.122	792.490	448.133	200.272	67.578	101.960
4	متوسط طول المجاري المائية (1.199 كم)	(L_{sm})	0.782	1.764	3.399	8.617	16.689	16.894	101.960
5	نسبة طول المجاري المائية	(R_L)		0.493 1/2	0.482 2/3	0.565 3/4	0.446 4/5	0.337 5/6	1.508 6/7
6	نسبة التشعب	(R_b)		4.568 2/1	4 3/2	4.480 4/3	4.333 5/4	3 6/5	4 7/6

2 ـ أطوال المجاري المائية (L_u) ومتوسط أطوالها (L_{sm}):

يتضح من (جدول23) أن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي الركية ـ الأحيمر بلغ 381.197كم، إذ شكّلت أطوال مجاري الرتبة الأولى 53.79%، وشكّلت أطوال مجاري الرتبة الثانية 20.400%، في حين شكّل مجموع أطوال المجاري المائية في الرتبة الثالثة، والرابعة، والخامسة، نسبة 9.16% ، 11.94%، 4.70% على التوالي من المجموع الكُلي لأطوال المجاري في هذا الحوض، وأما المتوسط العام لأطوال المجاري المائية في حوض وادي الركية ـ الأحيمر فقد بلغ 1.101كم، في حين تراوح متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى



شكل (69) الرتب النهرية في حوض وادي الركية ـ الأحيمر



شكل (70) الرتب النهرية في حوض وادي اليتم

الرتب ما بين أدناه للرتبة الأولى 0.762كم وأعلاه للرتبة الخامسة 17.918كم، ويتضح من (جدول24) أن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي اليُتم بلغ 6588.048كم، شكّلت منها أطوال المجاري المائية في الرتبة الأولى نسبة 50.59%، وشكّلت أطوال الرتبة الثانية نسبة 24.95%، في حين شكّلت أطوال الرتبة الثالثة نسبة 12.03%، فيما شكّلت أطوال المجاري في الرتبة الرابعة، والخامسة، والسادسة، والسابعة نسبة 6.80%، 3.03%، 1.02%، 1.54% على التوالي من المجموع الكُلي لأطوال المجاري في هذا الحوض، وأما المتوسط العام لطول المجاري المائية في حوض وادي اليُتم فقد بلغ 1.199كم، فيما تراوح متوسط طول المجاري على مستوى الرُّتب ما بين أدناه للرتبة الأولى 0.782كم، وأعلاه للرتبة السابعة 101.960كم.

ويتبين مما سبق أن متوسط طول المجاري المائية على مستوى الرُّتب في كلٍّ من الحوضين، يزدادُ مع زيادة الرتبة (شكل73، شكل74)، وهذا يتّفق مع قانون (Horton, 1945) الثاني المتعلق بأطوال المجاري، الذي يُشير إلى أن متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرُّتب يميل إلى تشكيل متوالية هندسية (Farhan, et al. 2015) .

3 ـ نسبة طول المجاري المائية (R_L):

يتضح من (جدول23، جدول24) تباين نسبة طول المجاري المائية من رتبة إلى أخرى في كلا الحوضين، إذ تراوحت هذه النسبة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر ما بين 0.379 ـ 1.303، وتراوحت في حوض وادي اليُتم ما بين 0.337 ـ 1.508، ممّا يدل على تباين مُعدّلات الأمطار (شكل14، شكل15)، واختلاف التضاريس ودرجة انحدار السطح من مكان إلى آخر في الحوضين.

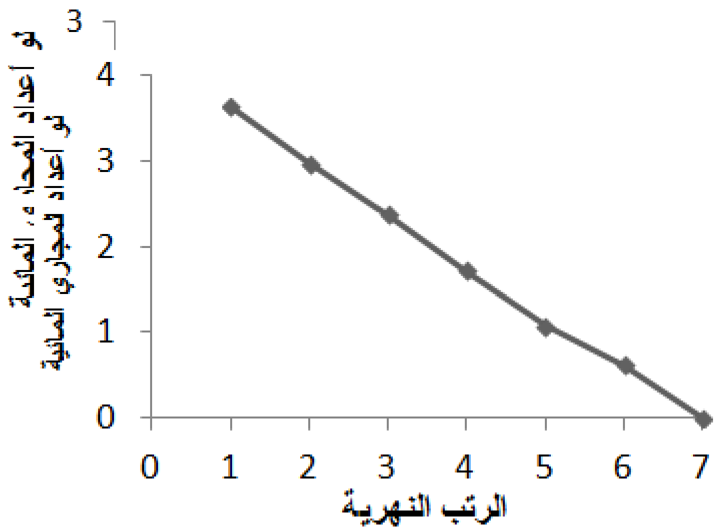
4 ـ نسبة التشعّب (R_b):

تراوحت نسبة التشعّب في حوض الركية ـ الأحيمر ما بين أدناها من الرتبة الثالثة إلى الرابعة 3.25، وأعلاها من الرتبة الأولى إلى الثانية 4.559 (جدول23)، في حين تراوحت نسبة التشعّب في حوض وادي اليُتم ما بين أدناها من الرتبة الخامسة إلى السادسة 3، وأعلاها من الرتبة الأولى إلى الثانية 4.568 (جدول24)، ويعود تبايُن نسبة التشعّب بين الرُّتب إلى تباين مُعدّلات الأمطار من مكان إلى آخر في الحوضين، إضافةً إلى عدم التجانس الجيولوجي، خاصّةً من ناحية التكوينات الصّخرية (شكل6، شكل7) .

5 ـ مُعدّل نسبة التشعّب (R_{bm}):

بلغ معدل نسبة التشعّب في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 4.496، وبلغ في حوض وادي اليُتم 4.459 (جدول22)، وتشير قيم هذا المُتغيّر إلى تأثّر نمط التصريف في هذين الحوضين بالنشاط التكتوني، والصُّدوع، وعمليات الرفع التي حدثت منذ الميوسين وحتى الآن، إضافة إلى تأثّره باختلاف التكوينات الصخرية من حيث الضعف، والمقاومة لعمليات الحت المائي.

شكل (71)العلاقة بين الرتب النهرية وأعداد

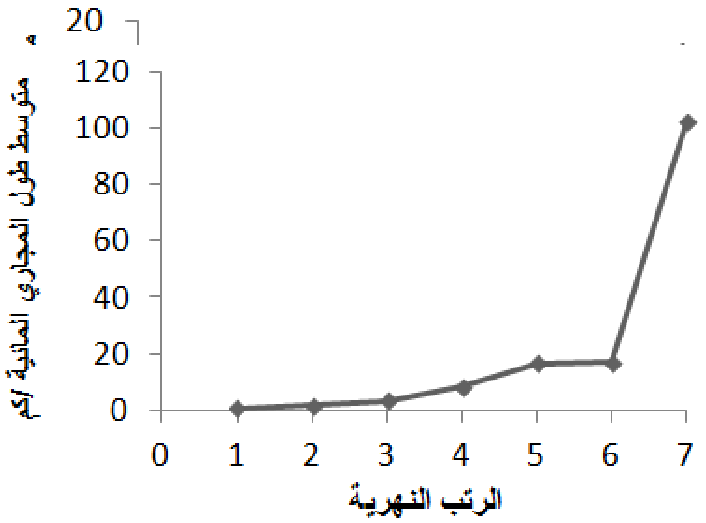


المجاري المائية في حوض وادي الركية ـ الأحيمر

شكل (72) العلاقة بين الرتب النهرية وأعدد

المجاري المائية في حوض وادي اليُتم

شكل (73) العلاقة بين الرتب النهرية ومتوسط



طول المجاري المائية في حوض الركية ـ الأحيمر

شكل (74) العلاقة بين الرتب النهرية ومتوسط

طول المجاري المائية في حوض وادي اليُتم

6- كثافة التصريف (D_d) :

تبلغ كثافة التصريف في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 1.328كم/كم^2، وفي حوض وادي اليُتم 1.486كم/كم^2 (جدول22)، وحسب تصنيف (Morisawa,1968) (جدول10)، وتُعد قيم هذا المتغير متدنية في هذين الحوضين، وذلك إلى تدَنّي مُعدّلات الأمطار في الجنوب الأردني بشكل عام، ووجود الصخور المنْفِذة مثل الصخور الكلسية، والرملية، إضافة إلى وجود الصخور النارية المقاومة لعمليات الحت، التي تُغطي نسبة 19.56% من مساحة حوض الركية ـ الأحيمر (جدول1، شكل6)، ونسبة 30.20% من مساحة حوض وادي اليُتم (جدول1، شكل7).

7 ـ التكرار النهري (F_s):

تبلغ قيمة التكرار النهري في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 1.206 مجرى/ كم^2، وفي حوض وادي اليُتم 1.239 مجرى/ كم^2 (جدول22)، وهي قيم منخفضة تؤكد العلاقة الطردية ما بين التكرار النهري وكثافة التصريف، ويعود انخفاض قيم هذا المتغير في هذين الحوضين للأسباب ذاتها التي أدّت إلى انخفاض كثافتهما التصريفية.

8 ـ طول الجريان الصفائحي (L_o):

بلغ طول الجريان الصفائحي في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 0.664كم، وبلغ في حوض وادي اليُتم 0.743كم (جدول22)، وهي قيمة متدنية تشير إلى تأثّر شبكة التصريف المائي في هذين الحوضين بالنشاط التكتوني، والرفع، والهبوط، والصّدوع.

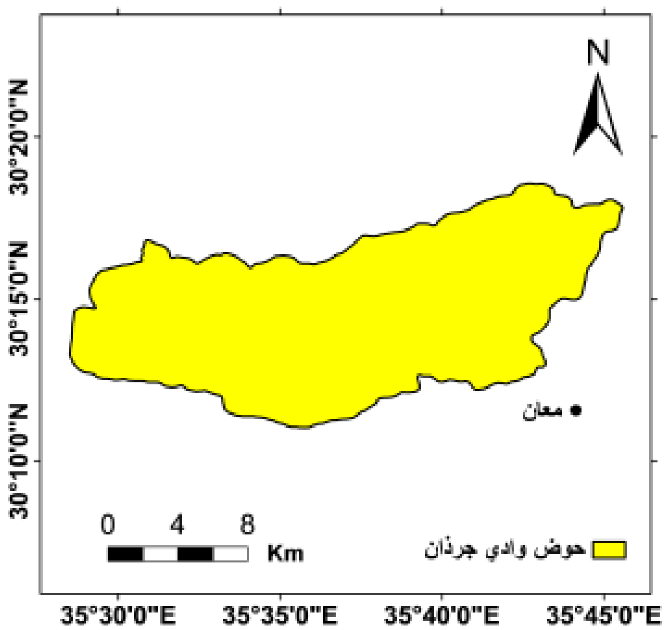
9- شدة التصريف (D_i):

تبلغ شدة التصريف في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 0.908، وفي حوض وادي اليُتم 0.833 (جدول22)، وهي قيمة منخفضة نتجت عن انخفاض قيمتيْ كثافة التصريف، والتكرار النهري في هذين الحوضين، ويشير انخفاض قيم هذا المتغير إلى بُطء الجريان السطحي، مما يعمل على تشبّع التربة بالمياه، وتحفيز حدوث الانهيارات الأرضية.

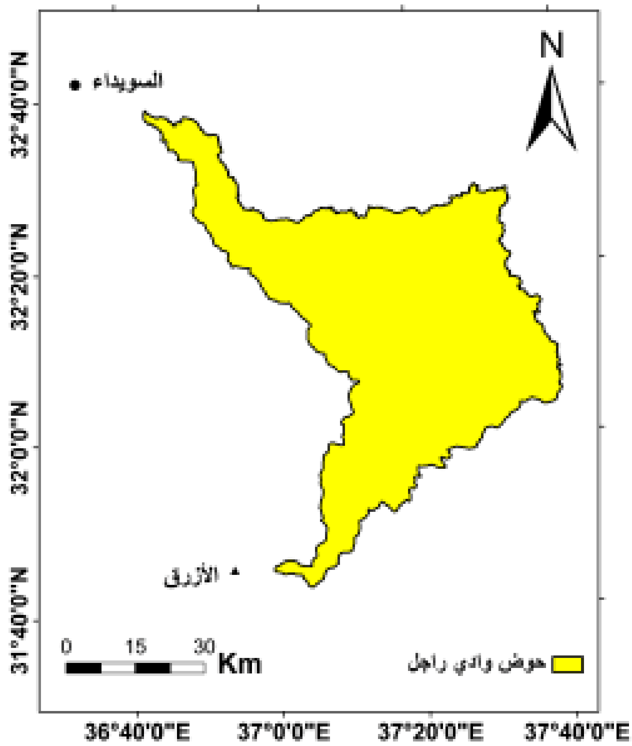
4 . 4 ـ الخصائص المورفومترية لأحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية:

المقصود بهذه الأحواض تلك الأودية التي تصب في المنخفضات الصحراوية الداخلية، وتناول الباحث في هذه الدراسة حوضين منها، حوض وادي جرذان الذي يصب في منخفض الجفر، وحوض وادي راجل الذي يصب في منخفض الأزرق.

ويقع حوض وادي جرذان في جنوب الأردن، وهو وادي داخلي يأخذ ابتداءً من المنبع اتجاه غربي شرقي ويصب في منخفض الجفر (شكل1)، ويقع هذا الحوض فلكيًا ما بين دائرتيْ عرض 01".11'.30° - 58".18'.30° ، وخطّيْ طول 46".28'.35°– 58".45'.35° (شكل75) .



شكل (75) الموقع الفلكي لحوض وادي جرذان



شكل (76) الموقع الفلكي لحوض وادي راجل

ويقع حوض وادي راجل في الجزء الشمالي الشرقي من الأردن، حيث ينبع من خارج الحدود الأردنية، من جنوب شرق منطقة السُّويداء في سورية، وهو يأخذ ابتداءً من المنبع اتجاه شمالي غربي جنوبي شرقي، ثم يأخذ اتجاه شمالي شرقي جنوبي غربي ويصب في منخفض الأزرق (شكل1)، ويقع حوض وادي راجل فلكيًّا ما بين دائرتيْ عرض 43".42'.31° – 50".38'.32° وخطّيْ طول 35".54'.36°– 53".39'.37° (شكل 76).

1.4.4- الخصائص المورفومترية المساحية لأحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية:

1 ـ مساحة الحوض (A) :

يتضح من (جدول25) أن مساحة حوض وادي جرذان 220.060كم^2، و مساحة حوض وادي راجل 3213.930 كم^2.

2 ـ محيط الحوض (P):

بلغ محيط حوض وادي جرذان 76.100كم، ومحيط وادي راجل 457.270كم (جدول25)، ومن هذه القيم يتضح قلة تعرّج محيط الحوض الأول مقارنةً بمساحته، وكثرة تعرّج محيط الحوض الثاني وعدم انتظامه، فهو أطول محيطًا من حوض وادي اليُتم بالرّغم من أنه أقل منه مساحةً.

3 ـ طول الحوض (L_b):

بلغ طول حوض وادي جرذان من مصبه في منخفض الجفر إلى أقصى نقطة على محيطه في الغرب 28.690كم، في حين بلغ طول حوض وادي راجل 139.190كم، وذلك من مصبه في منخفض الأزرق إلى أقصى نقطة على محيطه في منطقة المنبع في السويداء (جدول25).

2.4.4 ـ الخصائص المورفومترية الشكلية لأحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية

1 ـ نسبة الاستطالة (R_e):

بلغت نسبة استطالة حوض وادي جرذان 0.583، ونسبة استطالة حوض وادي راجل 0.457 (جدول25)، ووفقًا لتصنيف (Schumm,1956) للأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة (جدول6)، فإن حوض وادي جرذان يُعد حوضًا مستطيل الشكل، بينما يُعد حوض وادي راجل ذو شكلٍ أكثرَ استطالة، مما يدل على أنهما في مرحلة الشباب من دورتهما الحَتّية، وامتدادهما، وبالتالي فإنّ الوصول إلى قمة الجريان يحتاج إلى وقت أطول مما يُقلّل خطر التعرض للفيضانات وسهولة التعامل معها في حالة حدوثها.

2 ـ نسبة الاستدارة (R_c):

بلغت نسبة استدارة حوض وادي جرذان 0.480، ونسبة استدارة حوض وادي راجل 0.193 (جدول25)، وهي قيم متدنّية تدل على ابتعاد شكل كلٍّ منهما عن الشكل الدائري، واقترابه من الشكل المستطيل، وتدل على نشاط عمليات التعرية، والانزلاقات الأرضية، وعدم انتظام خط تقسيم المياه وكثرة تعرّجه خاصةً في حوض وادي راجل (شكل75،شكل76).

جدول (25) الخصائص المورفومترية لأحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية المختارة

ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	حوض وادي جرذان	حوض وادي راجل
1	الرتبه النهرية	(u)	5	7
2	عدد المجاري المائية (المجموع)	(N_u)	366	3613
3	طول المجاري المائية (المجموع) (كم)	(L_u)	377.611	4976.099
4	متوسط طول المجاري المائية (كم)	(L_{sm})	1.031	1.377
5	معدل نسبة لتشعب	(R_{bm})	4.854	4.511
6	محيط الحوض (كم)	(P)	76.100	457.270
7	طول الحوض (كم)	(L_b)	28.690	139.910
8	مساحة الحوض (كم^2)	(A)	220.060	3213.930
9	تضرس الحوض	(B_h)	725	1188
10	نسبة التضرس	(R_r)	0.025	0.008
11	نسبة الاستطالة	(R_e)	0.583	0.457
12	نسبة الاستدارة	(R_c)	0.480	0.193
13	نسبة التفلطح	(k)	0.935	1.522
14	كثافة التصريف (كم/ كم^2)	(D_d)	1.715	1.548
15	التكرار النهري (مجرى/كم^2)	(F_s)	1.663	1.124
16	معامل الشكل	(R_f)	0.267	0.164
17	نسيج الحوض	(D_t)	4.809	7.901
18	مؤشر التآكل	(D_{Is})	0.419	0.695
19	درجة الوعورة	(R_n)	1.243	1.839
20	شدة التصريف	(D_i)	0.969	0.726
21	طول الجريان الصفائحي (كم)	(L_o)	0.857	0.774
22	التكامل الهبسومتري	(H_i)	0.767	0.645

3 ـ مُعامل الشكل (R_f):

يتضح من (جدول25) أن مُعامل الشكل لحوض وادي جرذان بلغ 0.267، فيما بلغ لحوض وادي راجل 0.164، وتدل هذه القيم على استطالة الحوضين وامتدادهما، وابتعادهما عن الشكل الدائري.

4 ـ نسبة التفلطح (k):

تبلغ نسبة التفلطح لحوض وادي جرذان 0.935، ولحوض وادي راجل 1.522 (جدول25)، وتدل قيمة نسبة التفلطح لكلا الحوضين على اقتراب شكلهما من الشكل المستطيل، وهو ما يتماشى مع نتائج المتغيرات آنفة الذكر، المتعلقة بالخصائص المورفومترية الشكلية.

4. 4. 3 ـ الخصائص المورفومترية التضاريسية لأحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية:

1 ـ تضرس الحوض (B_h) :

بلغ تضرس حوض وادي جرذان 725م (جدول25، شكل77)، في حين بلغ تضرس حوض وادي راجل 1188م (جدول25، شكل78) وتُعد قيمة تضرس الحوض الأول عالية، مقارنةً بطوله، ممّا يُشير إلى وُعورة سطحه، وتضاريسه، وأما قيمة تضرس الحوض الثاني فهي منخفضة مقارنةً بطوله البالغ 139.190كم، مما يُقلل من سرعة جريان المياه به.

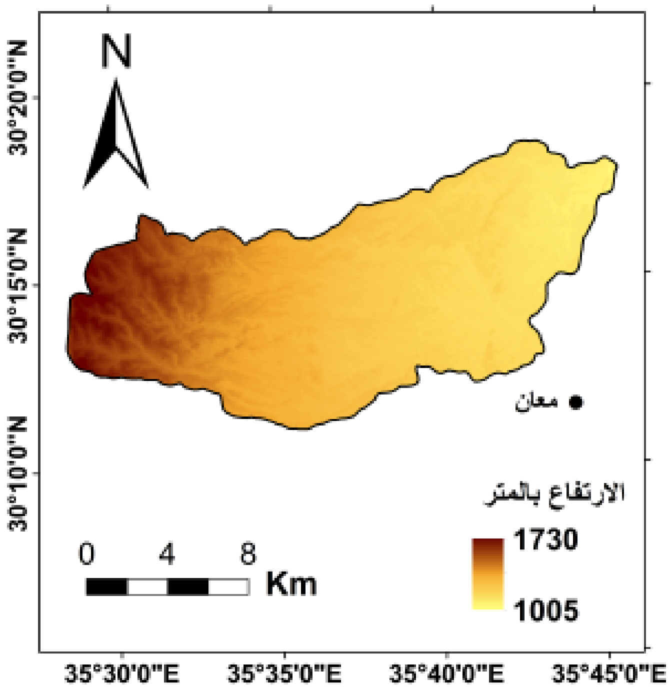
2 ـ نسبة التضرس (Rr):

بلغت نسبة التضرس في حوض وادي جرذان 0.025، وفي حوض وادي راجل 0.008 (جدول25)، وتُعد قيمة نسبة تضرس حوض وادي جرذان متوسطة، وأما نسبة تضرس حوض وادي راجل فهي نسبة منخفضة، جاءت نتيجة لعظم طول الحوض مقارنةً بتضرّسه 1188م، إضافة إلى جريان هذا الوادي في مناطق شبه مستوية (الحمادة).

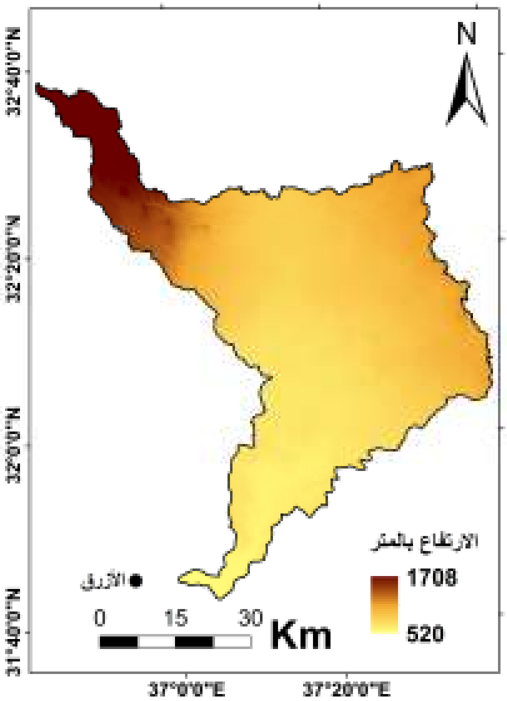
3 ـ درجة الوعورة (R_n):

تبلغ درجة الوعورة في حوض وادي جرذان 1.243، وفي حوض وادي راجل 1.839 (جدول25)، وتُعد هذه القيم في هذين الحوضين مرتفعة، وفقًا (Strahler,1956)، وحسب تصنيف (Farhan, et al. 2015) (جدول7)، تشير إلى وعورة سطحيهما، وهذا يرجع إلى ضعف مقاومة الصخورالموجودة في حوض وادي جرذان مثل الصخور الكلسية، والرملية، وتكوينات الزمن الرباعي (شكل8) لعمليات الحت المائي، وأما وعورة سطح حوض وادي راجل فتعود إلى اختلاف تكويناته الصخرية في درجة مقاومتها لعمليات الحت المائي، فالصخور البازلتية التي تغطي 86.21% من مساحته الكلية مُقاوِمة لعمليات الحت المائي، وأما الصخور

الكلسية، والطابشيرية، والرملية، وتكوينات الزمن الرباعي التي تغطي 13.78% من مساحته الكلية غير مقاومة لهذه العمليات (جدول1).



شكل (77) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لحوض وادي جرذان



شكل (78) نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) لحوض وادي راجل

4 - نسيج الحوض : (D_t)

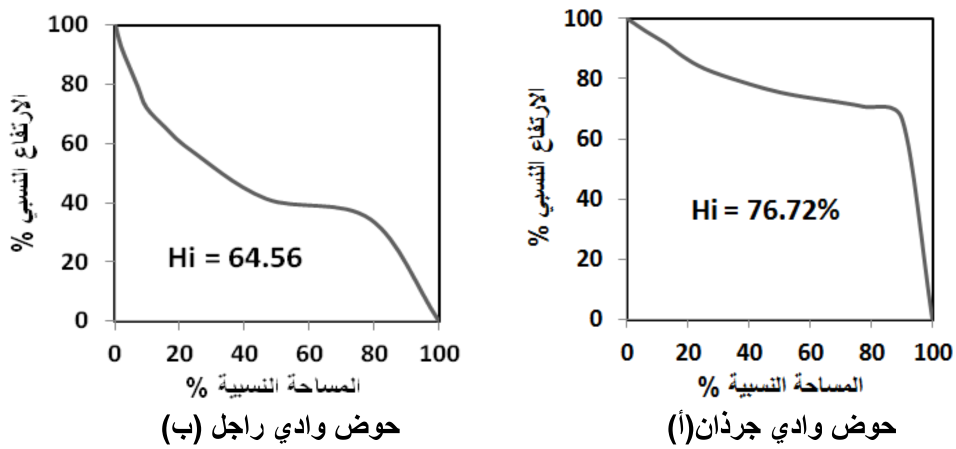
يتضح من (جدول25) أن قيمة نسيج الحوض لحوض وادي جرذان بلغت 4.809، ولحوض وادي راجل 7.901، وهذه القيم حسب تصنيف (Smith,1950) (جدول8)، تشير إلى أن حوض وادي جرذان ذو نسيجٍ متوسط الخُشونة، وذلك نتيجة لانخفاض مُعدّلات أمطاره (شكل16)، ونفاذيّة صخوره، وأمّا حوض وادي راجل فيُعدّ ذو نسيج ناعم، وهذا يرجع إلى قابلية بعض تكويناته الصخرية لعمليات الحت المائي مثل الصخور الكلسية، والرملية، وتكوينات الزمن الرباعي، إضافة إلى قلة الغطاء النباتي، بل انعدامه في كثيرٍ من أجزاء الحوض، حيث لا تتعدّى المساحة المغطاة بالنباتات نسبة 0.34% من مساحته الكلية (جدول5، شكل35).

5 ـ مؤشر التآكل والتعمّق الرأسي (D_{is}):

يبلغ مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في حوض وادي جرذان 0.419، وفي حوض وادي راجل 0.695 (جدول25)، وهي قيم متوسطة تقع ضمن الفئة الثالثة، حيث التآكل والتعمق الرأسي المعتدل أو المتوسط (جدول9)، وذلك تبعًا لنسبة تضرس كلٍّ من الحوضين التي تعد متوسطة في الحوض الأول، ومنخفضة في الحوض الثاني.

6 ـ التكامل الهبسومتري (Hi):

تبلغ قيمة هذا المتغير في حوض وادي جرذان 76.72%، وفي حوض وادي راجل 64.56% (جدول25)، وتدل هذه القيم على أن الحوضين في مرحلة الشباب من دورتهما الحَتّية، وهناك أجزاء كثيرة من أراضي الحوضين تنتظر الإزالة بفعل الحت.

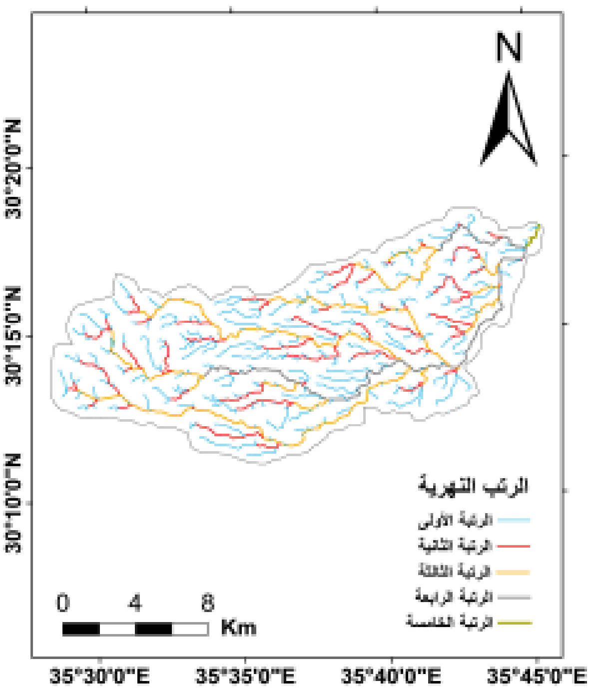


شكل (79) المنحنى الهبسومتري لأحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية وقيمة التكامل الهبسومتري (Hi).

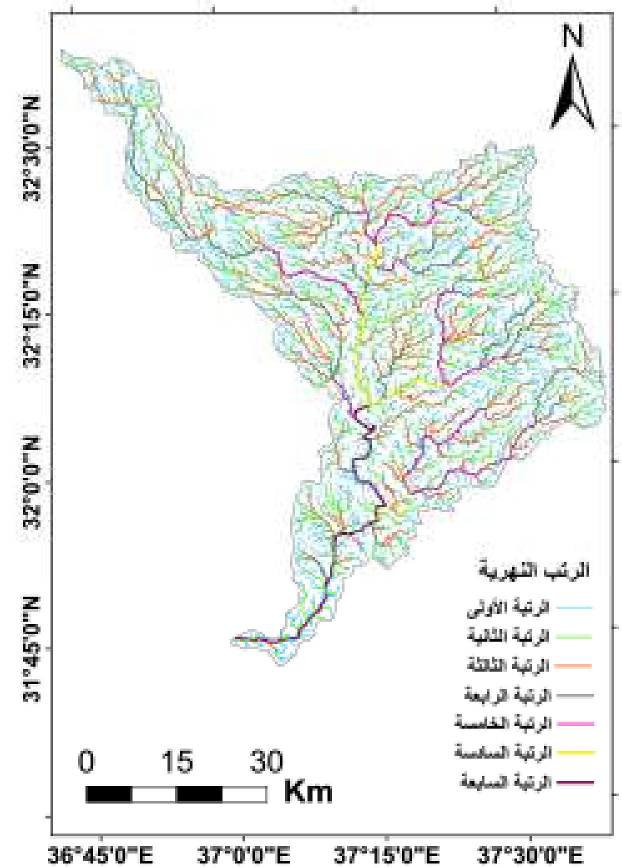
4. 4. 4 - الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية :

1 - رُتب المجاري المائية (u) ، وأعدادها (Nu):

بناءً على طريقة (Strahler,1957) في تحديد رُتب المجاري المائية، يصنف حوض وادي جرذان من الرتبة الخامسة، (جدول26، شكل80)، وحوض وادي راجل من الرتبة السابعة (جدول27، شكل81)، ويتضح من (جدول26) أن العدد الكلي للمجاري المائية في حوض وادي جرذان بلغ 366 مجرى، شكّل منها عدد مجاري الرتبة الأولى نسبة 79.23%، وشكّل عدد مجاري الرتبة الثانية 16.12%، فيما شكّل عدد مجاري الرتبة الثالثة، والرابعة، والخامسة، نسبة 3.82%، 0.54%، 0.27%، على التوالي من المجموع الكلي للمجاري في هذا الحوض، وأما في حوض وادي راجل فبلغ العدد الكلي للمجاري المائية 3613 مجرى، شكّل عدد مجاري الرتبة الأولى 78.82%، وشكّل عدد مجاري الرتبة الثانية نسبة 16.57%، فيما شكّل مجموع عدد المجاري من الرتبة الثالثة إلى السابعة نسبة 4.59% من المجموع الكلي للمجاري في هذا الحوض (جدول27)، ومما تقدم يتضح أن أعداد المجاري في كلٍّ من الحوضين تتناقص مع زيادة الرتبة (شكل82، شكل83)، وهذا يتماشى مع قانون (Horton,1945) الأول المتعلق بأعداد المجاري المائية من الرتب المتتالية.



شكل(80) الرتب النهرية في حوض وادي جرذان



شكل (81) الرتب النهرية في حوض وادي راجل

جدول (26) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي جرذان

ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية				
1	الرتبه النهرية (5)	(u)	1	2	3	4	5
2	عدد المجاري المائية (المجموع)(366)	(N_u)	290	59	14	2	1
3	طول المجاري المائية (المجموع) (377.611كم)	(L_u)	176.472	79.123	86.174	34.155	1.687
4	متوسط طول المجاري المائية (1.031 كم)	(L_{sm})	0.608	1.341	6.155	17.077	1.687
5	نسبة طول المجاري المائية	(R_L)		0.448 1/2	1.089 2/3	0.396 3/4	0.049 4/5
6	نسبة التشعب	(R_b)		4.915 2/1	4.214 3/2	7 4/3	2 5/4

جدول (27) الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية في حوض وادي راجل

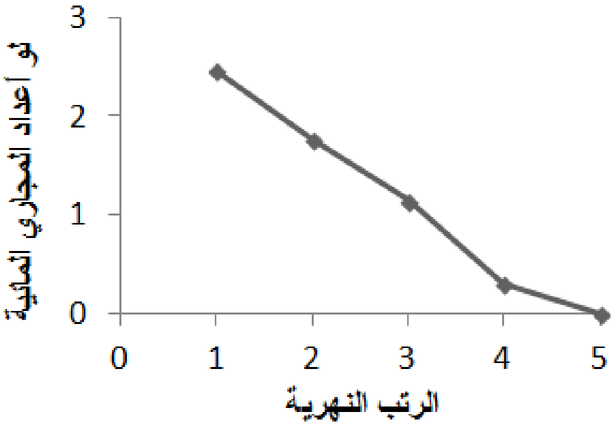
ر م.	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية						
1	الرتبه النهرية (7)	(u)	1	2	3	4	5	6	7
2	عدد المجاري المائية (المجموع) (3613)	(N_u)	2848	599	123	30	9	3	1
3	طول المجاري المائية (المجموع)(4976.099 كم)	(L_u)	2484.310	1215.585	686.728	275.575	172.280	66.187	75.434
4	متوسط طول المجاري المائية (1.377 كم)	(L_{sm})	0.782	2.029	5.583	9.185	19.142	22.062	75.434
5	نسبة طول المجاري المائية	(R_L)		0.489 1/2	0.564 2/3	0.401 3/4	0.625 4/5	0.384 5/6	1.139 6/7
6	نسبة التشعب	(R_b)		4.754 2/1	4.869 3/2	4.1 4/3	3.333 5/4	3 6/5	3 7/6

2 ـ أطوال المجاري المائية (L_u) ، ومتوسط أطوالها (L_{sm}):

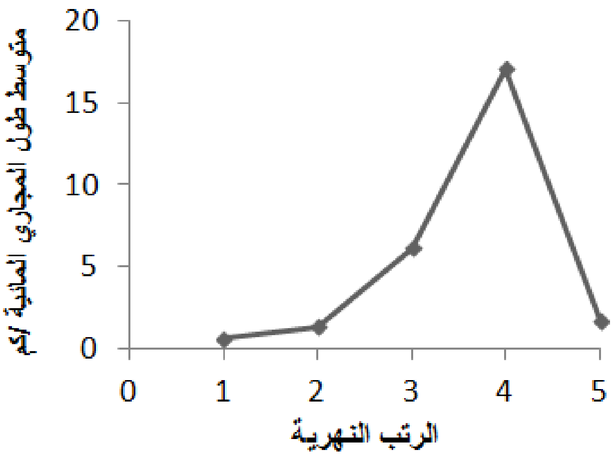
يتضح من (جدول26) أن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي جرذان بلغ 377.611كم إذ شكّلت أطوال مجاري الرتبة الأولى 46.73%، وشكّلت أطوال مجاري الرتبة الثانية 20.95%، فيما شكّل مجموع أطوال المجاري المائية في كلٍّ من الرتبة الثالثة، والرابعة، والخامسة نسبة 22.82%، 9.04%، 0.26% على التوالي من المجموع الكُلي لأطوال المجاري المائية في هذا الحوض، وبلغ المتوسط العام لطول المجاري المائية في حوض وادي جرذان 1.031كم، وتراوح متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب ما بين أدناه للرتبة الأولى 0.608كم، وأعلاه للرتبة الرابعة 17.077كم، وهنا نشير إلى أن متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب في وادي جرذان لم يتماشى مع قانون (Horton,1945) الثاني المتعلق بأطوال المجاري المائية من الرتب المتتالية، حيث قَلّ متوسط طول مجاري الرتبة الخامسة عن متوسط طول المجاري في الرتبة الرابعة والثالثة (شكل84)، وهذا يرجع إلى قلة أعداد المجاري المائية في الرتب الدنيا، إضافة إلى تكوُّن الرتبة الخامسة بالقرب من المصب (شكل80).

ويظهر من (جدول27) أن مجموع أطوال المجاري المائية في حوض وادي راجل بلغ 4976.099كم، شكّلت منها أطوال مجاري الرتبة الأولى نسبة 49.92%، وشكّلت أطوال مجاري الرتبة الثانية نسبة 24.42%، فيما شكّلت أطوال الرتبة الثالثة نسبة 13.80%.

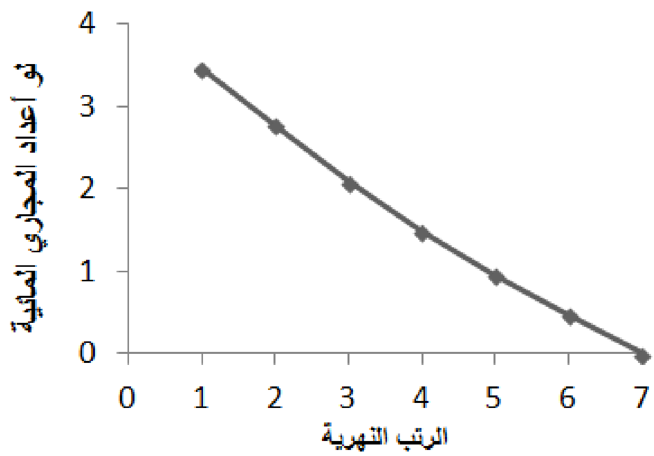
و أما أطوال المجاري في الرتبة الرابعة، والخامسة، والسادسة، والسابعة فقد شكّلت نسبة 5.53%، 3.46%، 1.33% ، 1.51% على التوالي من المجموع الكلي لأطوال المجاري المائية في هذا الحوض، وبالنسبة للمتوسط العام لطول المجاري المائية في حوض وادي راجل فقد بلغ 1.377كم، بينما تراوح متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب ما بين أدناه للرتبة الأولى 0.782كم، وأعلاه للرتبة السابعة 75.434كم ، مما يعني أن متوسط طول المجاري المائية على مستوى الرتب المتتالية في هذا الحوض يزداد مع زيادة الرتبة (شكل85) متماشيًا بذلك مع قانون Horton (1945) الثاني الذي يشير إلى أن متوسط أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب يميل إلى تشكيل متوالية هندسية Farhan, et al. (2015).



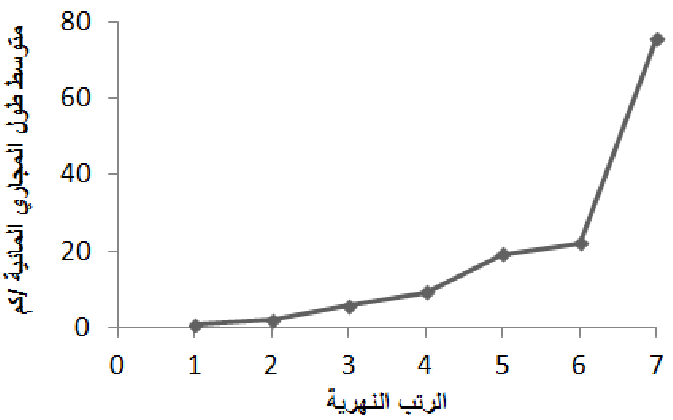
شكل (82) العلاقة بين الرتب النهرية وأعداد المجاري المائية في حوض وادي جرذان



شكل (83) العلاقة بين الرتب النهرية ومتوسط طول المجاري المائية في حوض وادي جرذان



شكل (84) العلاقة بين الرتب النهرية وأعداد المجاري المائية في حوض وادي راجل



شكل (85) العلاقة بين الرتب النهري ومتوسط طول المجاري المائية في حوض وادي راجل

3 ـ نسبة طول المجاري المائية (R_L):

يتضح من (جدول26، جدول27) اختلاف نسبة طول المجاري المائية من رتبة إلى أخري في حوضي وادي جرذان، ووادي راجل، إذ تراوحت في الحوض الأول ما بين 0.049 ـ 1.089، فيما تراوحت في الحوض الثاني ما بين 0.348 ـ 1.139، ويشير اختلاف هذه النسبة إلى تباين مُعدّلات الأمطار (شكل16، شكل17)، واختلاف التضاريس ودرجة انحدار السطح من مكانٍ إلى آخر في كلٍّ منهما.

4 ـ نسبة التشعّب (R_b):

تختلف نسبة التشعّب ما بين رتبة وأخرى في حوضي وادي جرذان، ووادي راجل، حيث تراوحت هذه النسبة في حوض وادي جرذان ما بين أدناها من الرتبة الرابعة إلى الخامسة 2، وأعلاها من الرتبة الثالثة إلى الرابعة 7 (جدول26) ، فيما تراوحت في حوض وادي راجل ما بين أقلّها من الرتبة الخامسة إلى السادسة، ومن السادسة إلى السابعة 3، وأعلاها من الرتبة اثانية إلى الثالثة 4.869 (جدول27)، ويؤكد هذا التبايُن في نسبة التشعّب من رتبة إلى أخرى عدم تجانس كِلا الحوضين جيولوجيًّا (شكل8، شكل9)، وتضاريسيًّا، ومناخيًّا حيث تختلف مُعدّلات الأمطار من مكانٍ إلى آخر في الحوضين، (شكل16، شكل17).

5 ـ مُعدل نسبة التشعب (R_{bm}):

يبلغ معدّل نسبة التشعّب في حوض وادي جرذان 4.854، وفي حوض وادي راجل 4.511 (جدول25)، وهي قيم قريبة من نسبة التشعب ما بين الرتب المتتالية في الحوضين، وتشير إلى تأثر نمط التصريف في منطقة حوض وادي جرذان، وحوض وادي راجل بالنشاط التكتوني، والاضطرابات الجيولوجية والتكتونية، وتباين التكوينات الصخرية.

6 ـ كثافة التصريف (D_d):

تبلغ كثافة التصريف في حوض وادي جرذان 1.715كم / كم^2 ، وفي حوض وادي راجل 1.548 كم/ كم^2 (جدول25)، وهي قيم منخفضة تقع ضمن الفئة الأولى من تصنيف (Morisawa,1968) (جدول10)، ويعود انخفاض قيمة هذا المتغير في حوض وادي جرذان إلى انخفاض معدل سقوط الأمطار فيه (شكل16)، إضافة إلى النفاذية العالية لصخوره، وهي في معظمها صخور رملية وتكوينات الزمن الرباعي، وأما في حوض وادي راجل فيعود انخفاض

قيمة كثافة التصريف إلى وجود الصخور البازلتية المقاومة لعمليات الحت المائي، إذ تغطي هذه الصخور نسبة 86.21% من المساحة الكلية للحوض (جدول1)، إضافة إلى انخفاض معدلات أمطاره (شكل17).

7 - التكرار النهري (F_s):

تبلغ قيمة التكرار النهري في حوض وادي جرذان 1.663 مجرى/كم^2، وفي حوض وادي راجل 1.124 مجرى/كم^2 (جدول25)، وهي قيم متدنية تعود للأسباب ذاتها التي عملت على انخفاض قيم كثافة التصريف في هذين الحوضين.

8 - الجريان الصفائحي (Lo):

يتضح من (جدول25) أن طول الجريان الصفائحي في حوض وادي جرذان بلغ 0.857 كم، وفي حوض وادي راجل 0.774كم، وهي قيمة منخفضة تعكس تأثر شبكة التصريف المائي في هذين الحوضين بالنشاط التكتوني، والصُّدوع، والفواصل والتشققات الصخرية، خاصةً في الصخور البازلتية في وادي راجل.

9 - شدة التصريف (D_i):

تبلغ قيمة هذا المتغير في حوض وادي جرذان 0.969، وفي حوض وادي راجل 0.726 (جدول25)، وهي قيم منخفضة بسبب انخفاض قيم كثافة التصريف، وقيم التكرار النهري في هذين الحوضين، ، مما يجعل الحوضين عرض للانهيارات الأرضية، بسبب بطء الجريان السطحي وما ينتج عنه من تشبّع التربة بالمياه.

الفصل الخامس

التحليل الاحصائي للمتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة

5.1 - تحليل الارتباط بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة

2 . 5 - تحليل الانحدار للمتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة

3 .5 - التحليل العاملي

الفصل الخامس

التحليل الإحصائي للمتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة

5 . 1 ـ تحليل الارتباط بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة:

يُعد الارتباط أحد الوسائل المستخدمة في قياس العلاقة بين المتغيرات، واختبارها إحصائيًّا، وتحديد طبيعتها (شحادة، 2009) .

وتأخذ العلاقة الارتباطية بين المتغيرات ثلاثة أشكال وهي:

ـ لا علاقة وتساوي صفر.

ـ علاقة طردية (موجبة) وتتراوح ما بين (0 ـ 1) .

ـ علاقة عكسية (سالبة) وتتراوح ما بين (0 ـ -1)، (خير، أبوزيد، 2005) .

وتُصنّف العلاقة الارتباطية بين المتغيرات على النحو التالي:

ـ علاقة ارتباط موجبة قوية (0.8 ـ 1)، أو سالبة قوية (-0.8 ـ -1) .

ـ علاقة ارتباط موجبة متوسطة (0.5 ـ 0.8)، أو سالبة متوسطة (-0.5 ـ -0.8) .

ـ علاقة ارتباط موجبة ضعيفة (0 ـ 0.5) ، أو سالبة ضعيفة (0 ـ -0.5) .

ولفهم العلاقات الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة، وتحديد نوع، وقوة هذه العلاقة، تمّ ترتيب المتغيرات المورفومترية للأحواض (جدول28) في مصفوفة تتكوّن من 22 متغيرًا، وتسعة أحواض مائية (ملحق،1)، وإدخالها في رزمة برنامج التحليل الإحصائي للعلوم الاجتماعية (spss.20)، واستخدام معامل ارتباط بيرسون لتحديد تلك العلاقات.

جدول (28) المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة الداخلة في التحليل الإحصائي

ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	ر .م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير
1	الرتبه النهرية	(u)	12	نسبة الاستدارة	(R_c)
2	عدد المجاري المائية (المجموع)	(N_u)	13	نسبة التفلطح	(k)
3	طول المجاري المائية (المجموع)(كم)	(L_u)	14	كثافة التصريف (كم/ كم^2)	(D_d)
4	متوسط طول المجاري المائية (كم)	(L_{sm})	15	التكرار النهري (مجرى/كم^2)	(Fs)
5	معدل نسبة التشعب	(R_{bm})	16	معامل الشكل	(R_f)
6	محيط الحوض (كم)	(P)	17	نسيج الحوض	(D_t)
7	طول الحوض (كم)	(L_b)	18	مؤشر التآكل	(D_{Is})
8	مساحة الحوض (كم^2)	(A)	19	درجة الوعورة	(R_n)
9	تضرس الحوض (م)	(B_h)	20	شدة التصريف	(D_i)
10	نسبة التضرس	(R_r)	21	طول الجريان الصفائحي (كم)	(L_o)
11	نسبة الاستطالة	(R_e)	22	التكامل الهبسومتري	(H_i)

ومن خلال (جدول29) يمكن تحديد القيم الارتباطية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية كالتالي:

5 . 1 . 1 ـ العلاقات الارتباطية الموجبة:

وتعني أنّ أيَّ زيادةٍ في أحد المتغيّريْن يُقابلها زيادة في المتغير الآخر وهي:

1 ـ علاقة ارتباطية موجبة قوية (0.8 – 1):

بلغ عدد العلاقات الارتباطية الموجبة القوية بين المتغيرات المورفومترية 23 علاقة تتراوح قيمتها ما بين 0.883 ـ 0.999، يمكن توضيحها كما يلي:

ـ وجود علاقات ارتباطية موجبة قوية بين مساحة االحوض ، وطول الحوض 0.906، ومحيط الحوض 0.972 وبمستوى دلالة إحصائية أقلّ من 0.001، وهذا يعني: كلما زادت مساحة الحوض زاد طول الحوض ومحيطه، وكذلك ترتبط المساحة بعلاقة ارتباطية موجبة قوية مع كلٍّ من الرتبة النهرية للأحواض المائية 0.893، وعدد المجاري المائية 0.998، وطول المجاري المائية 0.999، ونسيج الحوض 0.914 وبمستوى دلالة إحصائية أقل من 0.001 .

ـ وجود علاقات ارتباطية موجبة قوية بين الرتبة النهرية من جهة، وكلٍّ من: عدد المجاري المائية 0.883، وطول المجاري المائية 0.903، وطول الحوض 0.906، ومحيط الحوض 0.927، وبمستوى دلالة إحصائية أقل 0.002.

ـ وجود علاقات ارتباطية موجبة قوية لعدد المجاري المائية، إضافة إلى علاقاتها سابقة الذكر مع كلٍّ من: طول المجاري المائية 0.883، وطول الحوض 0.916، ومحيط الحوض 0.972، ونسيج الحوض 0.919، وعند مستوى دلالة إحصائية أقلّ من 0.001.

ـ يرتبط محيط الحوض -إضافةً إلى علاقاته الارتباطية الموجبة القوية السابقة- بنفس العلاقة الارتباطية مع كلٍّ من: طول الحوض 0.971، ونسيج الحوض 0.857، وطول المجاري المائية 0.977، وعند مستوى دلالة إحصائية أقلّ من 0.003.

ـ وجود علاقات ارتباطية موجبة قوية لطول الحوض إضافة إلى العلاقات المشار إليها سَلفًا مع نسيج الحوض 0.809، وطول المجاري المائية 0.916، وعند مستوى دلالة أقل 0.002.

ـ توجد علاقات ارتباطية موجبة قوية بين كثافة التصريف وكلٍّ من: التّكرار النهري 0.956، وطول الجريان الصفائحي 0.998، وكذلك بين التكرار النهري وطول الجريان الصفائحي 0.956، وبمستوى دلالة إحصائية 0.000.

ـ توجد علاقة ارتباطية موجبة قوية بين نسبة الاستطالة ومُعامل الشكل 0.994، وعند مستوى دلالة إحصائية 0.000، إذ كلّما زادت قيمة الاستطالة زاد معها قيمة مُعامل الشكل، ويقترب معها شكل الحوض من الشكل الدائري، والعكس صحيح .

2 ـ علاقة ارتباطية موجبة متوسطة (0.5 ـ 0.8) :

يتضح من (الجدول29) أن عدد العلاقات الارتباطية الموجبة المتوسطة علاقة 22 تتراوح قيمتها ما بين 0.508 ـ 0.799 وهي على النحو التالي:

ـ وجود علاقة موجبة متوسطة وبمستوى دلالة إحصائية أقل 0.05 بين متوسط طول المجاري المائية وكلٍّ من: محيط الحوض 0.778، وطول الحوض 0.794، ومساحة الحوض 0.706، والرتبة النهرية 0.770، وعدد المجاري المائية 0.670، وطول المجاري المائية 0.712، ونسيج الحوض 0.508.

جدول (29) العلاقات الارتباطية للخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة

المتغيرات	u	N_u	L_u	L_{sm}	R_{bm}	P	L_b	A	B_h	R_r	R_e	R_c	k	D_d	S_f	R_f	D_t	D_{ls}	R_n	D_i	L_o	H_i
u	1	.883**	.903**	.770*	-.165	.927**	.906**	.893**	.477	-.824 **	.268	-.355	-.148	-.410	-.560	.305	.799*	.152	-.228	.099	-.410	.092
N_u	.883**	1	.998**	.670*	120	.962**	.891**	.998**	.577	-.808**	.436	-.222	-.362	-.349	-.462	.448	.933**	.226	-.141	.152	-.349	.167
L_u	.903**	.998**	1	.712*	.078	.977**	.916**	.999**	.548	-.833**	.413	-.238	-.338	-.381	-.502	.426	.919**	.189	-.181	.140	-.381	.186
L_{sm}	.770*	.670*	.712*	1	-.407	.778*	.794*	.706*	.086	-.864**	.226	-.075	-.192	-.681 *	-.850 *	.235	.508	-.383	-.575	-.106	-.681 *	.030
R_{bm}	-.165	.120	.078	-.407	1	.023	.049	.081	.164	-.027	-.326	-.061	.309	.716*	.666	-.330	.273	.283	.388	.415	.716*	.300
P	.927**	.962**	.977**	.778*	.023	1	.971**	.972**	.480	-.869**	.270	-.361	-.186	-.385	-.525	.290	.857**	.124	-.211	.107	-.385	.274
L_b	.906**	.891**	.916**	.794*	.049	.971**	1	.906**	.421	-.887**	.075	-.414	-.003	-.343	-.504	.095	.809**	.063	-.306	.232	-.342	.331
A	.893**	.998**	.999**	.706*	.081	.972**	.906**	1	.549	-.822**	.423	-.228	-.359	-.396	-.510	.432	.914**	.202	-.189	.138	-.396	.195
B_h	.477	.577	.548	.086	.164	.480	.421	.549	1	-.108	.295	-.454	-.215	-.036	.017	.318	.676*	.743*	.270	.477	-.036	-.157
R_r	-.824 **	-.808**	-.833 *	-.864	-.027	-.869**	-.887**	-.822**	-.108	1	-.156	.039	.081	.327	.562	-.178	-.730	.312	.401	-.040	.327	-.136
R_e	.268	.436	.413	226	-.326	.270	.075	.423	.295	-.156	1	.447	-.952**	-.455	-.402	.994**	.415	.029	-.020	-.257	-.455	-.433
R_c	-.355	-.222	-.238	-.075	-.061	-.361	-.414	-.228	-.454	.039	.447	1	-.536	-.118	-.132	.412	-.132	-.548	-.337	-.095	-.119	-.476
k	-.148	-.362	-.338	-.192	.309	-.186	-.003	-.359	-.215	.081	-.952**	-.536	1	.572	.476	-.914**	-.312	-.034	.199	.179	.572	.319
D_d	-.410	-.349	-.381	-.681 *	.716*	-.385	-.343	-.396	-.036	.327	-.455	-.118	.572	1	.956**	-.409	-.131	.149	.719*	.146	.998	-.030
F_s	-.560	-.462	-.502	-.850**	.666	-.525	-.504	-.510	.017	.562	-.402	-.132	.476	.956**	1	-.372	-.252	.306	.759*	.160	.956**	-.005
R_f	.305	.448	.426	.235	-.330	.290	.095	.432	.318	-.178	.994**	.412	-.914	-.409	-.372	1	.440	.025	.034	-.271	-.409	-.475
D_t	.799**	.933**	.919**	.508	.273	.857**	.809**	.914**	.676*	-.730 *	.415	-.132	-.312	-.131	-.252	.440	1	.264	-.062	.388	-.131	-.012
D_{ls}	.152	.226	.189	-.383	.283	.124	.063	.202	.743*	.312	.029	-.548	-.034	.149	.306	.025	.264	1	.417	.381	.149	.210
R_n	-.228	-.141	-.181	-.575	.388	-.211	-.306	-.189	.270	.401	-.020	-.337	.199	.719*	.759*	.034	-.062	.417	1	-.270	.719*	-.131
D_i	.099	.152	.140	-.106	.415	.107	.232	.138	.476	-.040	-.257	-.095	.179	.146	.160	-.271	.388	.381	-.270	1	.146	.050
L_o	-.409	-.349	-.381	-.681 *	.716*	-.385	-.342	-.396	-.036	.327	-.455	-.119	.570	.998**	.956**	-.409	-.131	.149	.719*	.146	1	-.031
H_i	-.172	.088	.023	-.550	.402	-.152	-.277	.047	.555	.425	.354	.095	-.423	.180	.352	.322	.197	.756*	.364	.320	.179	1

ـ توجد علاقات ارتباطية موجبة متوسطة بين تضرّس الحوض من جهةٍ، ومساحة الحوض 0.549، ومؤشر التآكل والتعمّق الرأسي 0.743، ونسيج الحوض 0.676، وعدد المجاري المائية 0.577، ومتوسط طول المجاري المائية 0.548، من جهة أخرى.

ـ توجد علاقات ارتباطية موجبة متوسطة بين مُعدل نسبة التشعّب وكلٍّ من: نسيج الحوض 0.716، والتّكرار النهري 0.666، وطول الجريان الصفائحي 0.716.

ـ توجد علاقات ارتباطية موجبة متوسطة بين درجة الوعورة وكلٍّ من: كثافة التصريف 0.719، والتكرار النهري 0.759، وطول الجريان الصفائحي 0.719 .

ـ توجد علاقات ارتباطية موجبة متوسطة بين نسبة تفلطح الحوض وكلٍّ من: كثافة التصرف 0.572، وطول الجريان الصفائحي 0.570، وبين نسبة تضرس الحوض والتكرار النهري 0.562 .

ـ توجد علاقة ارتباط موجبة متوسطة بين نسيج الحوض والرتبة النهرية 0.799 .

3 ـ علاقة ارتباطية موجبة ضعيفة (0 ـ 0.5) :

يتّضح من (الجدول29) أنّ عدد العلاقات الارتباطية الموجبة الضّعيفة 75 علاقة، تتراوح قيمُها ما بين 0.17 ـ 0.480، نذكر منها تلك التي تتراوح قيمُها ما بين 0.400 ـ 0.480 وهي على النحو الآتي:

ـ العلاقة بين تضرس الحوض وكلٍّ من: الرتبة النهرية 0.477، ومحيط الحوض 0.480، وطول الحوض 0.421، وشدة التصريف 0.476 .

ـ توجد علاقة ارتباط موجبة ضعيفة بين عدد المجاري المائية وكلٍّ من: نسبة الاستطالة 0.436، ومُعامل الشكل 0.448 .

ـ توجد علاقة موجبة ضعيفة بين مساحة الحوض وكلٍّ من: نسبة الاستطالة 0.423، ومعامل الشكل 0.432 .

ـ توجد علاقة ارتباط موجبة ضعيفة بين نسبة الاستدارة وكلٍّ من: مُعامل الشكل 0.412، ونسبة الاستطالة 0.447، إذ كُلّما زادت قيمة نسبة الاستطالة، ابتعَدَ الحوض عن الشكل المستطيل، واقترب من الشكل الدائري، أي: زادت نسبة استدارته .

ـ توجد علاقة ارتباط موجبة ضعيفة بين نسبة التفلطح والتكرار النهري 0.476 .

ـ توجد علاقة ارتباط موجبة ضعيفة بين معامل الشكل ونسيج الحوض 0.440، وكذلك بين درجة الوُعورة ومؤشر التآكل والتعمق الرأسي 0.417، وأما العلاقات الارتباطية الموجبة الضعيفة التي تقلّ قيمُها عن 0.400 فيمكن التعرّف عليها من (جدول 29) .

5 . 1 . 2 ـ العلاقات الارتباطية السّالبة :

وتعني أنّ الزيادة في قيمة أَحَد المُتغيّريْن يُقابلها تناقُص في قيمة المتغير الآخر، ويمكن عرض هذه العلاقات الارتباطية السالبة على النحو التالي:

1 ـ علاقة ارتباطية سالبة قوية (-0.8 – -1) :

يتضح من (جدول29) أن عدد العلاقات الارتباطية السالبة القوية 10، وتتراوح قيمُها ما بين -0.808 - -0.914 وهي كالآتي:

ـ توجد علاقات ارتباطية سالبة قوية بين نسبة تضرس الحوض وكلٍّ من: الرتبة النهرية -0.822، وعدد المجاري المائية -0.808، وطول المجاري المائية -0.831، ومتوسط طول المجاري المائية -0.864، ومحيط الحوض -0.869، و طول الحوض -0.887، ومساحة الحوض -0.822، وعند مستوى دلالة إحصائية تتراوح ما بين 0.001 ـ 0.008. وهذا يعني أنّ أيَّ زيادة في نسبة التضرس يُقابلها تناقُصٌ في قيم هذه المتغيّرات، فعلى سبيل المثال: زيادةُ تضرس الحوض تعني: زيادة درجة انحداره، وبالتالي تناقَص طُولُه، ومساحته، ومحيطه، هذا من جهة، ثُم إن زيادة مساحة الحوض، وزيادة طوله، وزيادة محيطه، تعني: تناقُص قيمة نسبة تضرّسه من جهة أخرى.

ـ توجد علاقة ارتباط سالبة قوية بين التكرار النهري ومتوسط طول المجاري المائية -0.850، وبمستوى دلالة إحصائية 0.004 .

ـ توجد علاقة ارتباط سالبة قوية بين نسبة التفلطح وبين كلٍّ من: مُعامل الشكل -0.914، ونسبة الاستطالة -0.952، وعند مستوى دلالة أقل من 0.001، وهذه العلاقة طبيعيّة، إذ إن القيم المرتفعة لنسبة التفلطح تدلّ على استطالة الحوض، في حين تشير القيم المنخفضة لمُعامل الشكل ونسبة الاستطالة إلى استطالة الحوض .

2 ـ علاقة ارتباطية سالبة متوسطة (-0.5 – -0.8):

يتضح من (جدول29) أن عدد العلاقات الارتباطية السالبة المتوسطة 11 علاقة، وتتراوح قيمُها ما بين -0.502 - - 0.730 ، وهي كالآتي:

ـ توجد علاقات ارتباطية سالبة متوسطة بين التكرار النهري من جانبٍ، و الرتبة النهرية -0.560، وطول المجاري المائية -0.502، ومحيط الحوض -0.525، وطول الحوض -0.504، ومساحة الحوض -0.510 من جانب آخر.

ـ توجد علاقات ارتباطية سالبة متوسطة بين نسبة الاستدارة وكلٍّ من: نسبة التفلطح -0.536، ومؤشر التآكل والتعمق الرأسي -0.548، مما يشير إلى أنه كُلما زادت قيمة نسبة التفلطح قَلّت قيمة نسبة الاستدارة، وهذا طبيعيٌّ، إذ إنّ قيم نسبة التفلطح المرتفعة تشير إلى استطالة الحوض، وكُلما زادت قيمة مؤشر التآكل والتعمق الرأسي قَلّت نسبة الاستدارة، وهو أمر مقبول، إذ إن ارتفاع قيم مؤشر التآكل والتعمق الرأسي يعني: أن الحوض في مرحلة الشباب من دورته الحَتّية، ومن ثَم فهو أقرب إلى الشكل المستطيل من الشكل الدائري الذي هو سمةٌ من سِمات مرحلة الشيخوخة.

ـ توجد علاقات ارتباطية سالبة متوسطة بين متوسط طول المجاري المائية وكلٍّ من: طول الجريان الصفائحي -0.681، ودرجة الوُعورة -0.575 .

3 ـ علاقة ارتباطية سالبة ضعيفة (0 – -0.5) :

بلغ عدد العلاقات الارتباطية السالبة الضعيفة 74 علاقة، تتراوح قيمُها ما بين -0.012 - -0.476، (جدول29) نذكر منها تلك التي تتراوح قيمُها ما بين - 0.400 - - 0.476 وهي على النحو الآتي:

ـ توجد علاقات ارتباطية سالبة ضعيفة بين نسبة الاستطالة من جهةٍ، وكثافة التصريف -0.455، والتكرار النهري -0.402، وطول الجريان الصفائحي - 0.455 من جهة أخرى.

ـ توجد علاقات ارتباطية سالبة ضعيفة بين نسبة الاستدارة وكلٍّ من: طول الحوض -0.414 ، وتضرس الحوض - 0.454، والتكامل الهبسومتري -0.476، إذ إن ارتفاع قيم هذه المتغيرات المرتبطة بعلاقة سلبيّةٍ مع نسبة الاستدارة يعني: استطالة الحوض وبُعده عن الشكل الدائري .

ـ توجد علاقات ارتباطية سالبة ضعيفة بين الرتبة النهرية وكثافة التصريف -0.410، وبين الرتبة النهرية والجريان الصفائحي - 0.409 .

ـ توجد علاقات ارتباطية سالبة ضعيفة بين مُعدل نسبة التشعّب و متوسط طول المجاري المائية قيمتها -0.407، وأما العلاقات الارتباطية السالبة الضعيفة التي تقلّ قيمُها عن - 0.400، فيمكن التعرّف عليها من (جدول29) .

2 . 5 ـ تحليل الانحدار للمُتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة:

يبين الارتباط قوة العلاقة بين متغيرين، وأما الانحدار فيُوضّح أثَر المُتغيّر المستقل على المتغير التابع، ممّا يُساعد في عملية التنبؤ بالقيم المستقبلية (أبوزيد، 2005، جودة ، 2009).

وتمّ في هذه الدراسة تحليل الانحدار للمتغيرات المورفومترية للأحواض المائية المختارة، بتطبيق أسلوب الانحدار المتعدّد التدريجي Stepwise multiple regression، وذلك باستخدام البرنامج الإحصائي للعلوم الاجتماعية (spss.20)، في تحديد أيّ المُتغيّرات المستقلة أكثر تأثيرًا على المتغير التابع، إذ قد يكون لمتغيرٍ مستقلٍ واحدٍ من بين المتغيرات المستقلة الداخلة في التحليل تأثيرٌ كبيرٌ على المتغيّر التابع، أوقد يكون هناك أكثر من متغيّر مستقلٍ له تأثير على المتغير التابع، فتظهر هذه المتغيرات تباعًا حسب قوة تأثيرها على المتغير التابع (النّجار، وآخرون، 2013) .

ويوضح (جدول28، ملحق1) المتغيرات المورفومترية الداخلة في تحليل الانحدار بتطبيق أسلوب الانحدار المتعدّد التدريجي، ويمكن أن نستعرض عملية التحليل ونتائجها على النحو التالي:

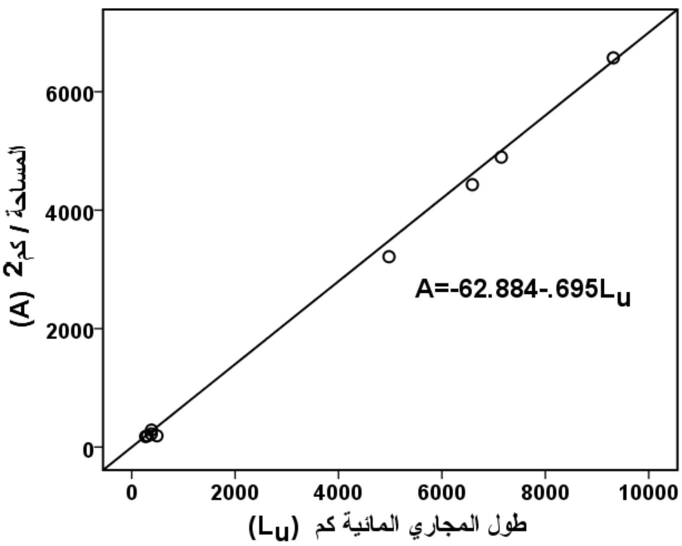
1- المتغيرات المُؤثّرة في مساحة الأحواض المائية المختارة:

للوقوف على المتغيرات المُؤثرة في مساحة الأحواض المائية اتُّبِع الآتي:

أـ تمّ اعتبار متغير المساحة (A) متغيّرًا تابعًا، واعتبار المتغيرات الأخرى الواردة في(الملحق1) متغيرات مستقلة، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدّد التدريجي، تم احتِسابُ متغيّر واحد فقط، وهو مُتغيّر طول المجاري المائية في الحوض (L_u) ، واستُبعدت كلّ المتغيرات المستقلة الأخرى، إذ فسّر متغير طول المجاري المائية نسبة 99.8% من التبايُن في مساحات الأحواض المائية المختارة، وبمستوى دلالة إحصائية 0.000 (جدول30)، أي: إن زيادة طول المجاري المائية يتبعُها زيادة مساحة الحوض (شكل86).

جدول (30) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي، باعتبار مساحة الأحواض متغير تابع والمتغيرات في (الملحق 1) متغيرات مستقلة .

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلّي	
طول المجاري المائية (L_u)	%99.8	%99.8	0.000

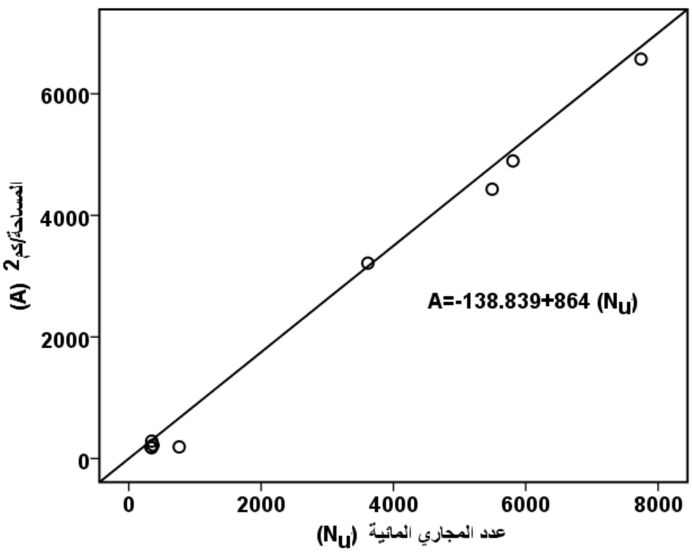


شكل (86) العلاقة بين المساحة الحوضية وطول المجاري المائية في الأحواض المحتارة

ب ـ اعتُبر متغيّر المساحة (A) متغيّرًا تابعًا، واعتُبرت كلّ المتغيّرات الواردة في (الملحق1) متغيّرات مستقلة مع استثناء متغير طول المجاري المائية (L_u) من التحليل، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي تمّ احتسابُ متغير واحد من المتغيرات المستقلة وهو متغير عدد المجاري المائية (N_u)، واستُبعدت باقي المتغيرات المستقلة، إذ فسّر هذا المتغير 99.5% من التبايُن في مساحة الأحواض المائية، وبمستوى دلالة إحصائية 0.000 (جدول31، شكل87).

جدول (31) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي، باعتبار المساحة متغير تابع، والمتغيرات في (الملحق 1) متغيرات مستقلة، باستثناء متغيّر طول المجاري المائية

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
عدد المجاري المائية (N_u)	%99.5	%99.5	0.000

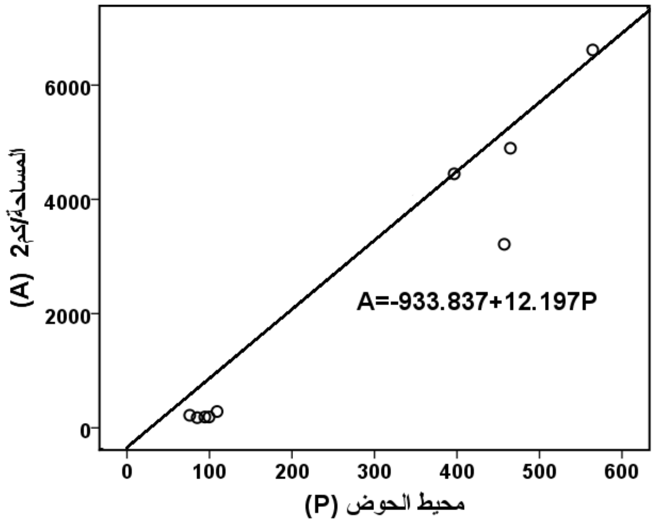


شكل(87) العلاقة بين المساحة الحوضية وعدد المجاري المائية في الأحواض المختارة

جـ - تمّ اعتبار متغير المساحة (A) متغيرًا تابعًا، واعتبار كلٍّ من: الرتبة النهرية (u)، ومعدل نسبة التشعّب (R_{bm})، ومحيط الحوض (P)، وطول الحوض (L_b)، وتضرس الحوض (B_h)، ونسبة التضرس (R_r)، ونسبة الاستطالة (R_e)، ونسبة الاستدارة (R_c)، وكثافة التصريف (D_d)، ونسبة التفلطح (k)، والتكرار النهري (F_s)، متغيرات مستقلة، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي، تم احتساب متغير محيط الحوض فقط، إذ فسّر هذا المتغير 94.5% من التباين في مساحة الأحواض المائية المختارة، بينما استُبعِدت باقي المتغيرات (جدول32، شكل88).

جدول (32) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي، باعتبار المساحة متغير تابع، والمتغيرات في الفقرة (ج) ، متغيّرات مستقلة.

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسّر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
محيط الحوض (P)	%94.5	%94.5	0.000



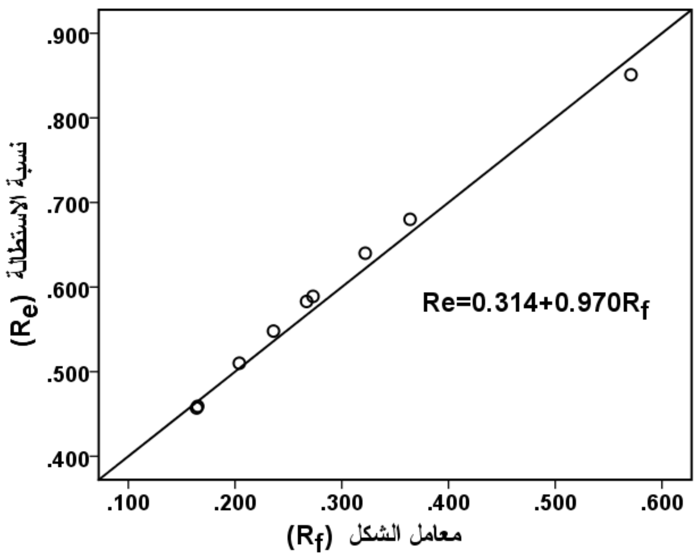
شكل (88) العلاقة بين المساحة الحوضية ومحيط الحوض في الأحواض المائية المختارة

2 ـ المتغيرات المُؤثرة في نسبة الاستطالة في الأحواض المائية المختارة:

لتحديد المتغيرات المؤثرة في نسبة استطالة الأحواض المائية وجَعْلِها تتباين من حوضٍ إلى آخر، اعتُبر متغير نسبة الاستطالة (R_e) متغيرًا تابعًا، واعتُبرت باقي المتغيرات الواردة في (الملحق،1) متغيرات مستقلة، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي تمّ احتساب متغير معامل الشكل (R_f) فقط، واستُبعدت المُتغيرات المستقلة الأخرى، إذ فسّر هذا المتغير 98.9% من التباين في نسبة الاستطالة في الأحواض المختارة (جدول33، شكل89).

جدول (33) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي، باعتبار نسبة الاستطالة متغير تابع والمتغيرات في (الملحق1) متغيرات مستقلة .

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
معامل الشكل (R_f)	%98.9	%98.9	0.000



شكل (89) العلاقة بين نسبة الاستطالة ومعامل الشكل في الأحواض المائية المختارة

3 ـ المتغيرات المُؤثرة في نسبة التفلطح في الأحواض المائية المختارة:

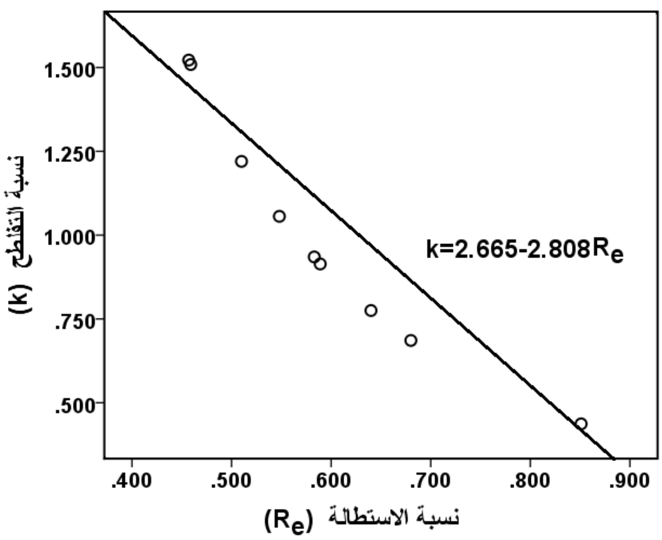
لتحديد المتغيرات المورفومترية المؤثرة في نسبة التفلطح (k) في الأحواض المائية المختارة، اعتُبر متغير نسبة التفلطح متغيّرًا تابعًا، واعتبر كلاً من: محيط الحوض (P)، وطول الحوض (L_b)، ومساحة الحوض (A)، وتضرس الحوض (B_h)، ونسبة التضرس (R_r)، ونسبة الاستطالة (R_e)، وكثافة التصريف (D_d)، ومعامل الشكل (R_f)، والتكامل الهبسومتري (H_i)، مُتغيّرات مستقلة، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي، استُبعدت 7 متغيّرات وهي: محيط الحوض، وطول الحوض، ومساحة الحوض، وتضرس الحوض، ونسبة التضرس، وكثافة التصريف، والتكامل الهبسومتري، وتمّ احتساب مُتغيّريْ: نسبة الاستطالة، ومعامل الشكل، إذ فسّرَا هذين المتغيرْين 99.7% من التباين في نسبة التفلطح في الأحواض المائية المختارة، ويوضح (جدول34) مايلي:

ـ فسّر متغير نسبة الاستطالة (R_e) 90.6% من تباين نسبة التفلطح بين الأحواض المائية المختارة، وبمستوى دلالة إحصائية عند 0.000 (شكل90).

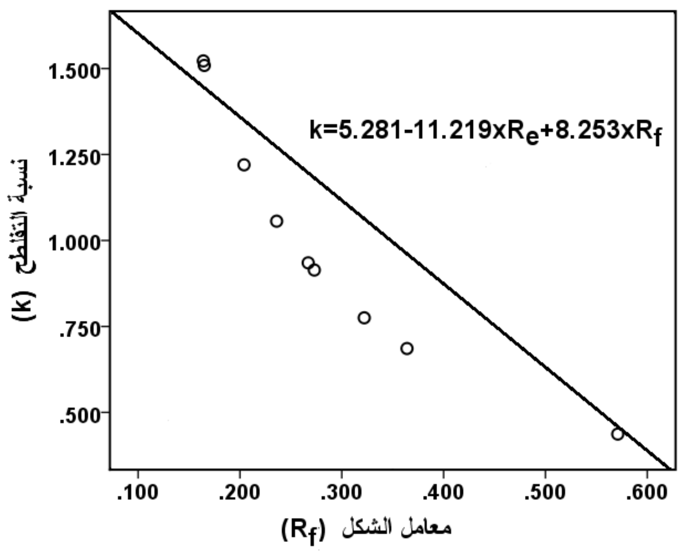
ـ 9.1% من التباين في نسبة التفلطح في الأحواض المائية المختارة، فسّره متغير معامل الشكل (R_f)، وعند مستوى دلالة إحصائية 0.000 (شكل91) .

جدول (34) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي باعتبار نسبة التفلطح متغير تابع

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
نسبة الاستطالة (R_e)	%90.6	%90.6	0.000
معامل الشكل (R_f)	%9.1	%99.7	0.000



شكل (90) العلاقة بين نسبة التفلطح ونسبة الاستطالة في الأحواض المائية المختارة



شكل (91) العلاقة بين نسبة التفلطح ومعامل الشكل في الأحواض المائية المختارة

4 ـ المتغيرات المُؤثرة في نسيج الحوض في الأحواض المائية المختارة :

لتحديد المتغيرات المورفومترية المؤثرة في نسيج الحوض(D_t)، تمّ اعتبار نسيج الحوض متغيرًا تابعًا، واعتبار باقي المتغيرات الواردة في (الملحق1) متغيرات مستقلة، وبعد تطبيق

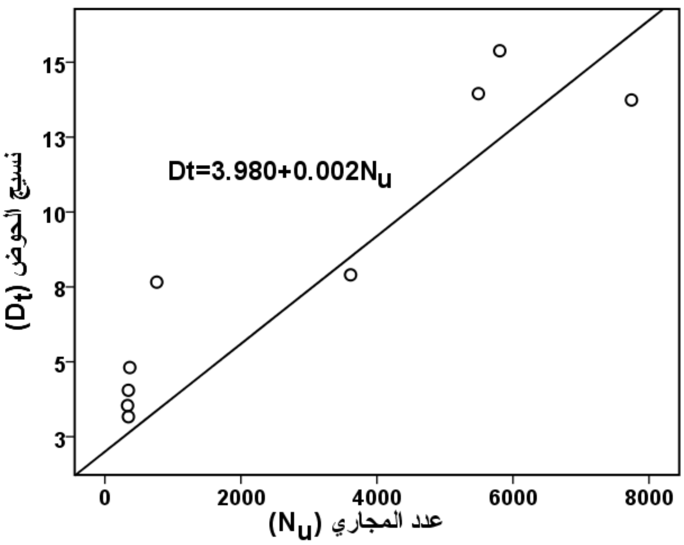
أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي تمّ احتساب كلٍّ من: متغير عدد المجاري المائية (N_u)، ومتغير المساحة (A)، واستبعاد المتغيرات الأخري الداخلة في التحليل، إذ فسّرا هذين المتغيرين 93.8% من التباين في نسيج الحوض في الأحواض المائية المختارة، ويتّضح من (جدول35) الآتي:

جدول (35) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي باعتبار نسيج الحوض متغير تابع، والمتغيرات في (الملحق1) متغيرات مستقلة .

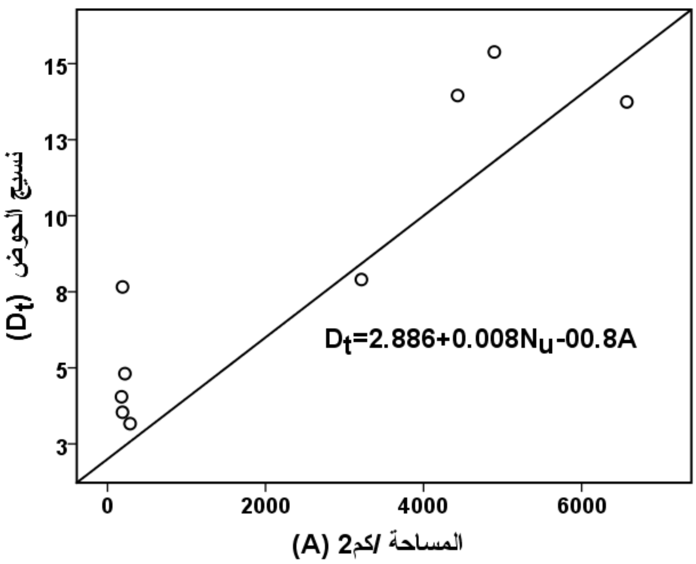
المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R^2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
عدد المجاري المائية (N_u)	%86.9	%86.9	0.000
المساحة (A)	%6.9	%93.8	0.000

ـ فسّر متغيّر عدد المجاري المائية (N_u) 86.9% من تباين نسيج الحوض في الأحواض المائية، وبمستوى دلالة إحصائية 0.000، (شكل92) أي: إنّ نسيج الحوض يرتبط ارتباطًا مباشرًا مع عدد المجاري المائية في الحوض، وبالتالي فهو يختلف من حوض إلى آخر تبعًا لعدد المجاري.

ـ فسّر متغير المساحة 6.9% من تباين نسيج الحوض في الأحواض المختارة، وعند مستوى دلالة إحصائية 0.000، (شكل93).



شكل (92) العلاقة بين نسيج الحوض وعدد المجاري المائية في الأحواض المائية المختارة



شكل (93) العلاقة بين نسيج الحوض والمساحة في الأحواض المائية المختارة

5 ـ المتغيرات المُؤثّرة في مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في الأحواض المائية المختارة:

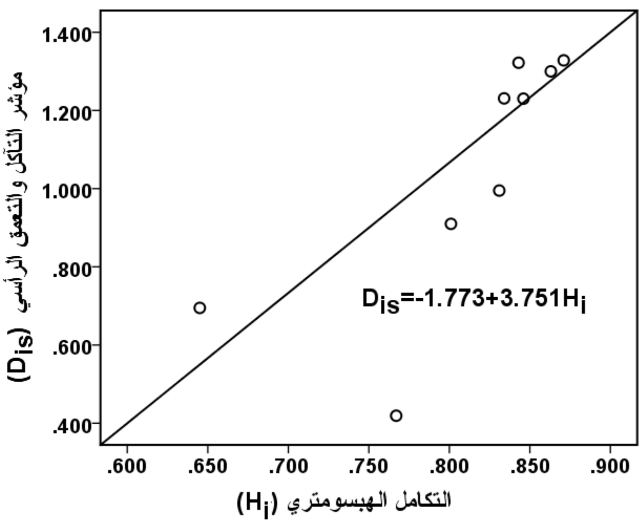
للوقوف على المتغيرات المورفومترية المُؤثّرة في مُتغير مؤشر التآكل والتعمق الرأسي (D_{is}) في الأحواض المائية المختارة، اعتُبر متغير مؤشر التآكل والتعمق الرأسي متغيّرًا تابعًا، في حين تمّ اعتبار كل المتغيرات الأخرى الواردة في (الملحق1) متغيرات مستقلة، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي استُبعِدت كل المتغيرات المستقلة إلا متغيريْ: التكامل الهبسومتري (H_i)، ونسبة الاستدارة (R_c)، إذ فسّرَا 96.0% من التباين في مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في الأحواض المائية المختارة، وبمستوى دلالة إحصائية 0.018 أي: أقلّ من 0.05، ويُوضح (جدول36) ما يلي:

ـ فسّر متغير التكامل الهبسومتري (Hi) 57.2% من التباين الكُلّي المُفسَّر في مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في الأحواض المائية، وعند مستوى دلالة إحصائية 0.000، (شكل94) . إذ إنّ متغير التكامل الهبسومتري يُشير إلى المرحلة العُمُرية التي يمرّ بها الحوض من دورته الحَتّية، وبالتالي فهو يرتبط بمؤشر التآكل والتعمق الرأسي الذي يتغيّر مع تغير المرحلة العمُرية للحوض، إذ تقلُّ قيمة كلٍّ منهما مع تقدّم الحوض في دورته الحَتّية .

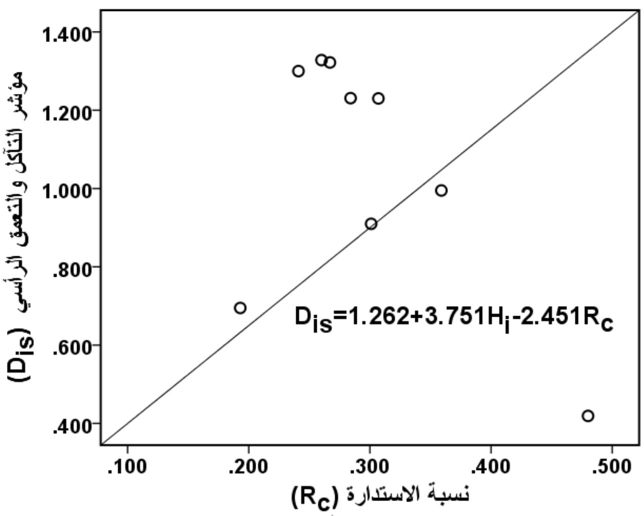
ـ فسر متغير نسبة الاستدارة 38.8% من التباين في مؤشر التآكل والتعمق الرأسي في الأحواض المائية المختارة، وعند مستوى دلالة إحصائية 0.018 (شكل95).

جدول (36) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي باعتبار مؤشر التآكل والتعمق الرأسي متغير تابع والمتغيرات في (الملحق 1) متغيرات مستقلة .

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
التكامل الهبسومتري (H_i)	%57.2	%57.2	0.000
نسبة الاستدارة (R_c)	%38.8	%96.0	0.018



شكل (94) العلاقة بين مؤشر التآكل والتعمق الرأسي والتكامل الهبسومتري في الأحواض المائية المختارة



شكل (95) العلاقة بين مؤشر التآكل والتعمق الرأسي ونسبة الاستدارة في الأحواض المائية المختارة

6 ـ المتغيرات المُؤثرة في درجة الوُعورة في الأحواض المائية المختارة:

تمّ تحديد المتغيرات المورفومترية المؤثرة في درجة الوعورة (R_n) في الأحواض المائية المختارة وفقًا للآتي:

أ ـ اعتُبر متغير درجة الوعورة متغيرًا تابعًا، واعتبرت كل المتغيرات الأخرى الواردة في (ملحق1) متغيرات مستقلة، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي استُبعدت كافة المتغيرات المستقلة إلا متغير التكرار النهري (F_s) الذي تم احتسابه، وفسّر 57.7% من تباين درجة الوعورة في الأحواض المائية المختارة، وعند مستوى دلالة إحصائية 0.018 (جدول37، شكل 96) .

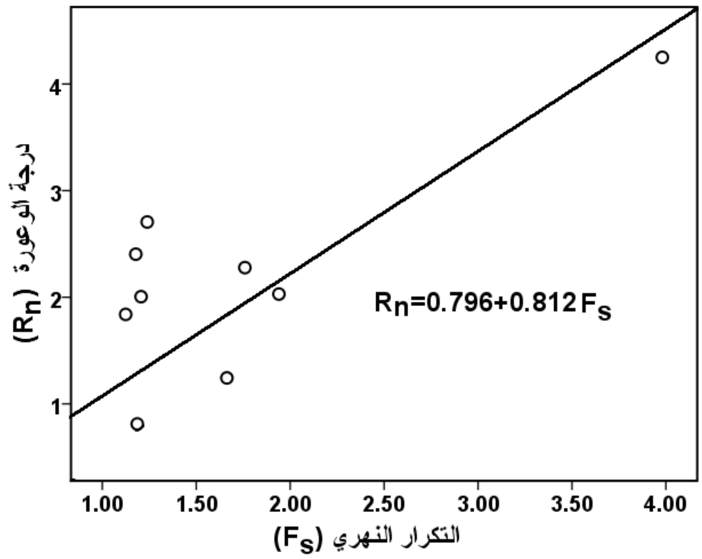
جدول (37) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي باعتبار درجة الوُعورة متغير تابع والمتغيرات في (الملحق 1) متغيرات مستقلة .

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
التكرار النهري (F_s)	%57.7	%57.7	0.018

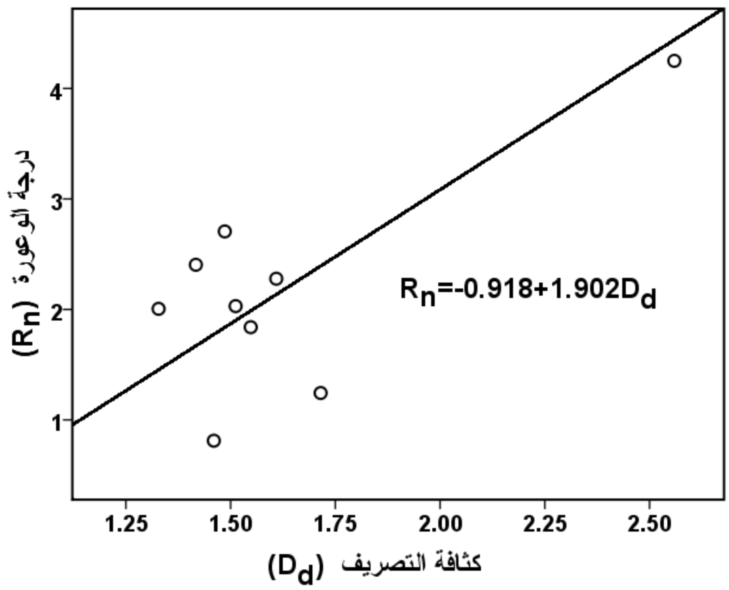
ب ـ اعتُبر متغير درجة الوعورة متغيرًا تابعًا، واعتبرت المتغيرات الأخرى الواردة في (الملحق1) متغيرات مستقلة مع استثناء متغير التكرار النهري (F_s)، إذ لم يتم إدخاله في التحليل، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي استُبعدت كافة المتغيرات المستقلة إلا متغير كثافة التصريف (D_d)،الذي تمّ احتسابه، وفسّر 51.7% من تباين درجة الوُعورة في الأحواض المائية المختارة، وبمستوى دلالة إحصائية عند 0.029 أي: اقل من 0.05 (جدول38، شكل97).

جدول (38) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي، باعتبار درجة الوعورة متغير تابع، والمتغيرات في (الملحق1) متغيرات مستقلة باستثناء متغير التكرار النهري

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
كثافة التصريف (D_d)	%51.7	%51.7	0.029



شكل (96) العلاقة بين درجة الوعورة و التكرار النهري في الأحواض المائية المختارة



شكل (97) العلاقة بين درجة الوعورة وكثافة التصريف في الأحواض المائية المختارة

7 ـ المتغيرات المُؤثرة في كثافة التصريف في الأحواض المائية المختارة :

ـ تمّ اعتبار متغير كثافة التصريف متغيرًا تابعًا، واعتبار المتغيرات الأخرى الواردة في (الملحق1) متغيرات مستقلة، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي تمّ احتساب متغيرين فقط وهي: متغير التكرار النهري (F_s)، ومتغير نسبة التضرس (R_r)، في حين استُبعدت باقي المتغيرات المستقلة، وقد فسّرا هذين المتغيرين 97.9% من التباين في كثافة التصريف في الأحواض المائية المختارة، ويتضح من (جدول39) ما يلي:

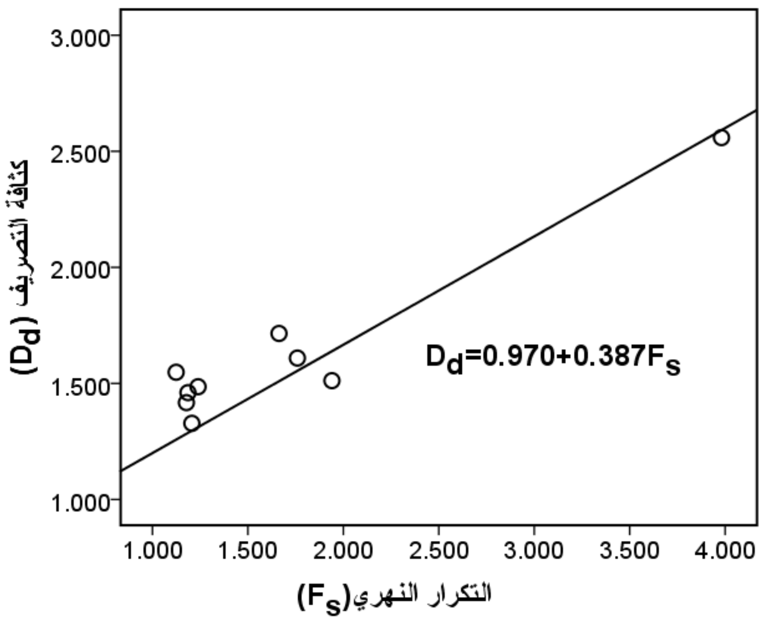
جدول (39) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي باعتبار كثافة التصريف متغير تابع، والمتغيرات في (الملحق1) متغيرات مستقلة

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
التكرار النهري (F_s)	%91.4	%91.4	0.000
نسبة التضرس (R_r)	%6.5	%97.9	0.000

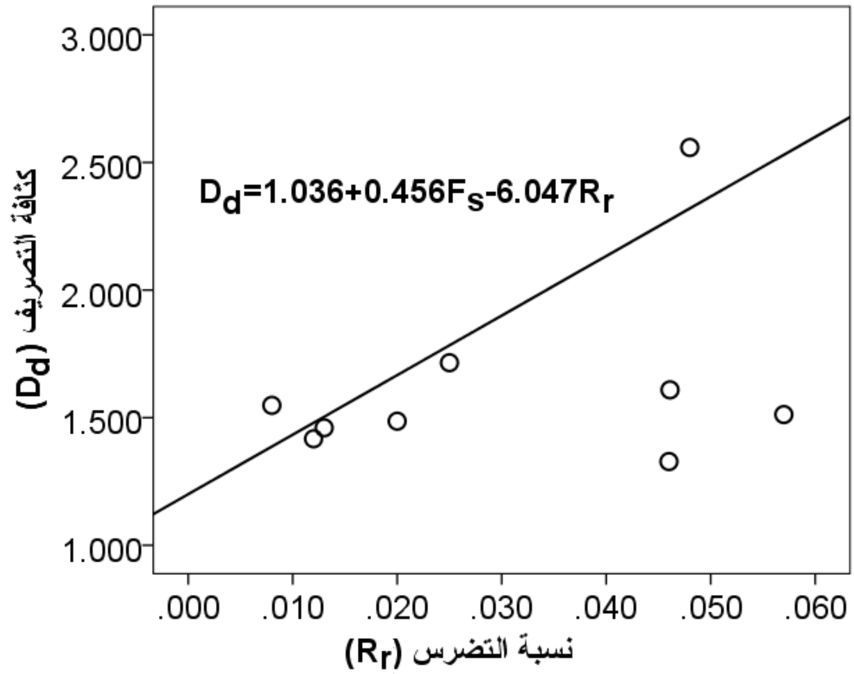
ـ فسّر متغير التكرار النهري (F_s) 91.4% من تباين كثافة التصريف في الأحواض المائية المختارة، وبمستوى دلالة إحصائية 0.000، وهذا يعود إلى قوة الارتباط في العلاقة الطردية بينهما (شكل98).

ـ فسّر متغير نسبة التضرس (R_r) 6.5% تباين كثافة التصريف في الأحواض المائية المختارة، وبمستوى دلالة 0.000، (شكل99).

ومما سبق يتضح أن زيادة نسبة التضرس ـ زيادة درجة انحدار سفوح منطقة الحوض ـ تعمل على زيادة الجريان السطحي للمياه، ممّا يساهم في زيادة تكوّن المجاري المائية، وزيادة التكرار النهري، وكثافة التصريف، التي تنعكس جميعًا على زيادة مساحة الحوض بفعل النحت التراجُعي.



شكل (98) العلاقة بين كثافة التصريف والتكرار النهري في الأحواض المائية المختارة



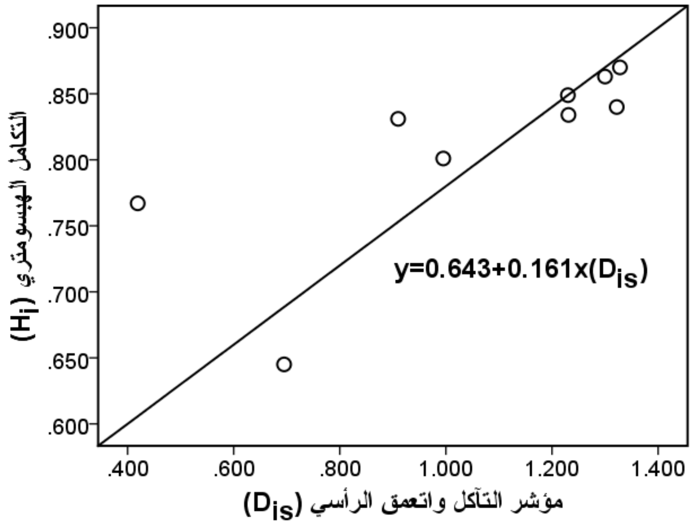
شكل (99) العلاقة بين كثافة التصريف ونسبة التضرس في الأحواض المائية المختارة

8 - المتغيرات المُؤثرة في التكامل الهبسومتري في الأحواض المائية المختارة :

اعتُبر متغير التكامل الهبسومتري متغيرًا تابعًا، واعتُبرت كل المتغيرات الواردة في (الملحق1) متغيرات مستقلة، وبتطبيق أسلوب الانحدار المتعدد التدريجي تم احتساب متغير مؤشر التآكل والتعمق الرأسي (D_{is})، واستُبعدت باقي المتغيرات، إذ فسّر هذا المتغير 57.2% من التباين في التكامل الهبسومتري في الأحواض المائية (جدول40، شكل100).

جدول (40) نتائج تحليل الانحدار المتعدد التدريجي باعتبار التكامل الهبسومتري متغير تابع والمتغيرات في (الملحق1) متغيرات مستقلة .

المتغيرات المستقلة	نسبة التباين المفسر R2		مستوى الدلالة الإحصائية
	الجزئي	الكلي	
مؤشر التآكل والتعمق الرأسي (D_{is})	%57.2	%57.2	0.018



شكل (100) العلاقة بين التكامل الهبسومتري ومؤشر التآكل والتعمق الرأسي في الأحواض المائية المختارة

3. 5 - التحليل العاملي : Factor Analysis

يهدف التحليل العاملي إلى تجميع واختزال متغيرات ذات طبيعة واحدة وتركيبة متجانسة مرتبطة داخليًّا فيما بينها في تكوين واحد يسمى عاملاً، إذ يرتبط كل متغير من هذه المتغيرات بهذا العامل، أي: إنّ كلَّ متغير من هذه المتغيرات يتشبّع على هذا العامل بقيم متفاوتة تُبين أهميتَه النسبية بالنسبة لهذا العامل (العباسي،2011)، ويبدأ التحليل العاملي بإعداد مصفوفة الارتباط بين المتغيرات الداخلة في الدراسة، ثم تحليل هذه المصفوفة تحليلًا عامليًّا؛ للحصول على أقل عدد ممكن من العوامل التي تُمكن من تفسير أكبر قدرٍ من التباين بين المتغيرات، ويطلق على قيم ارتباط المتغيرات بالعوامل تشبُّعات العوامل Factor Loadings (جودة، 2009) .

أُدخلت مصفوفة البيانات المكوّنة من 9 أحواض مائية و 22 متغير تمثل الخصائص المورفومترية: المساحية، والشكلية، والتضاريسية، وخصائص الشبكة المائية لهذه الأحواض (ملحق1) إلى برنامج SPSS حيث تمّ تعديل بياناتها بواسطة (Z- scors)، وتَمّ استخدام التحليل العاملي بقصد تجميع 22 متغيرًا في عدد من العوامل، وكانت نتائج التحليل العاملي كالآتي:

يتضح من (جدول41) تجمع المتغيرات حول أربعة عوامل، إذ فسّرت هذه العوامل مجتمعة 87.32% من التباين في الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة، ويتبيّن منه أيضًا أنّ العامل الأول فسّر 38.095% من التفسير الكلي للتباين، وبجدر كامن 8.381، وفسّر العامل الثاني 20.623%، وبجدر كامن 4.537، في حين فسّر العامل الثالث، والرابع 16.765%، 11.856% ، وبجدر كامن 3.688، 2.66 على التوالي.

جدول (41) نسبة كل عامل في تفسير التباين بين الأحواض المائية المختارة

العامل	الجذور الكامنة	التباين المفسر %	التباين المفسر التراكمي %
الأول	8.381	38.095	38.095
الثاني	4.537	20.623	58.718
الثالث	3.688	16.765	75.483
الرابع	2.608	11.856	87.340

جدول (42) مصفوفة تشبّعات العوامل

المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير المورفومتري	العامل الأول	العامل الثاني	العامل الثالث	العامل الرابع
الرتبة النهرية	U	.900	.245-		.158
عدد المجاري المائية	N_u	.952		.179	.197
طول المجاري المائية	L_u	.963	.129-	.141	.167
متوسط طول المجاري المائية	L_{sm}	.741	.551-		.285-
معدل التشعب	R_{bm}	.158	.804	.165-	
محيط الحوض	P	.974	.173-		.128
طول الحوض	L_b	.950	.180-		
مساحة الحوض	A	.954	.142-	.213-	.177
تضرس الحوض	B_h	.428		.150	.783
نسبة التضرس	R_r	.919-	.135	.213	.357
نسبة الاستطالة	R_e	.243	.228-	.913	.112
نسبة الاستدارة	R_c	.265-		.659	.626-
نسبة التفلطح	K	.134-	.365	.872-	
كثافة التصريف	D_d	.232-	.946	.196-	
التكرار النهري	F_s	.416-	.874	.140-	.185
معامل الشكل	R_f	.272	.181-	.910	.114
نسيج الحوض	D_t	.893	.124	.267	.199
مؤشر التآكل والتعمق الرأسي	D_{is}		.167		.942
درجة الوعورة	R_n	.148-	.745		.414
شدة التصريف	D_i	.118	.121	-.157	.262
طول الجريان الصفائحي	Lo	.232-	.946	.196-	
التكامل الهبسومتري	H_i	.201		.659-	.121

مع الأخذ في الاعتبار حساب المتغيرات التي لها تشبّعات على عاملها تساوي أكبر من + أو – 0.70 ، وبناءً على تشبعات العوامل الأربعة (جدول42) يمكن تسمية هذه العوامل كما يلى:

1 ـ العامل الأول:

أُطلق على هذا العامل: عامل الخصائص الخطّية والمساحية، وفسّر 38.095% من التباين الكلي المفسّر، وبجذر كامن 8.381، وتكثّفت حوله عدد 9 متغيرات وهي: الرتبة النهرية، وعدد المجارى المائية، وطول المجاري المائية، ومتوسط طول المجاري المائية، ونسبة التضرس، ومحيط الحوض، وطول الحوض، ومساحة الحوض، ونسيج الحوض، إذ تراوحت قيم تشبّعاتها

على هذا العامل ما بين 0.741 - 0.974 ، ويرتبط منها ثمانية متغيرات مع بعضها ارتباطًا موجبًا، وأما المتغير التاسع -وهو متغير نسبة التضرس- الذي بلغ تشبّعه على هذا العامل -0.919، يرتبط ارتباطًا سالبًا مع كل المتغيرات سابقة الذكر (جدول43)، فعلى سبيل المثال كلّما زادت مساحة الحوض قلّت نسبة التضرّس، والعكس صحيح .

جدول (43) تشبّعات العامل الأول (الخصائص الخطّية والمساحية)

المتغير	تشبّع العامل	المتغير	تشبع العامل
الرتبة النهرية (u)	0.900	محيط الحوض (P)	0.974
عدد المجاري المائية (N_u)	0.952	طول الحوض(L_b)	0.950
طول المجاري المائية (L_u)	0.963	مساحة الحوض (A)	0.954
متوسط طول المجاري المائية (L_{ms})	0.741	نسيج الحوض (D_t)	0.893
نسبة التضرس (R_r)	0.919-	======	=====

2 - العامل الثاني:

أُطلق على هذا العامل: عامل خصائص الشبكة المائية، وفسّر 20.623% من التباين الكلي المفسر، وبجذر كامن 4.537، وتجمّعت حوله 5 متغيّرات وهي: مُعدل نسبة التشعّب، وكثافة التصريف، والتكرار النهري، وطول الجريان الصفائحي، ودرجة الوعورة، إذ تراوحت قيم تشبُّعاتها على هذا العامل ما بين 0.745 - 0.946، وجميع هذه المتغيرات ترتبط مع بعضها ارتباطًا موجبًا (جدول44).

جدول (44) تشبّعات العامل الثاني (خصائص الشبكة المائية)

المتغير	تشبّع العامل
معدل نسبة التشعّب (R_{bm})	0.804
كثافة التصريف (D_d)	0.946
التكرار النهري (F_s)	0.874
درجة الوعورة (R_n)	0.745
طول الجريان الصفائحي (L_o)	0.946

2 ـ العامل الثالث:

وهو عامل الخصائص الشكلية، الذي فسّر 16.765% من التباين الكلي المفسر، وبجذر كامن 3.688، وتكثّفت حول هذا العامل ثلاثة متغيرات وهي: نسبة الاستطالة، ونسبة التفلطح، ومُعامل الشكل، إذ تراوحت قيم تشبّعاتها على هذا العامل ما بين 0.872 - 0.913، ويرتبط متغير نسبة الاستطالة، ومتغير معامل الشكل ارتباطًا موجبًا مع بعضهما، وسالبًا مع متغير نسبة التفلطح (جدول45).

جدول (45) تشبّعات العامل الثالث (الخصائص الشكلية)

المتغير	تشبّع العامل
نسبة الاستطالة (R_e)	0.913
نسبة التفلطح (k)	0.872-
معامل الشكل (R_f)	0.910

2 - العامل الرابع:

أطلق على هذا العامل الخصائص التضاريسية، وفسّر 11.856% من التباين المفسر، وبجدر كامن 2.608، وتجمّع حول هذا العامل متغيريْ: تضرس الحوض 0.783، ومؤشر التآكل والتعمق الرأسي 0.942، ويرتبط هذين المتغيرين مع بعضهما ارتباطًا موجبًا (جدول46).

جدول (46) تشبعات العامل الرابع (الخصائص التضاريسية)

المتغير	تشبّع العامل
تضرس الحوض (Bh)	0.783
مؤشر التآكل والتعمق الرأسي (Dis)	0.942

الفصل السادس

أولويات أحواض الرتبة الثالثة في أحواض وادي شعيب ووادي الكرك ووادي الركية ـ الأحيمر من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه

6 .1- خطوات تحديد أولويات الأحواض

6. 2 ـ أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه

6. 3 ـ أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه

6 . 4 ـ اولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه

الفصل السادس

أولويات أحواض الرتبة الثالثة في أحواض وادي شعيب ووادي الكرك ووادي الركية ـ الأحيمر من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه

لم يَعُد حلّ المشاكل الهيدرولوجية للأحواض المائية، مثل انجراف وصيانة التربة والمياه، والانهيارات الأرضية وغيرها، يَعتمد على أكثر الطرق شيوعًا لحلّ هذه المشاكل وهي دراسة وتحليل الخصائص الجيومورفولوجية لتلك الأحواض، بل يتم الاعتماد حاليًا في حلّ هذه المشاكل على استخدام نماذج تحديد أولويات الأحواض المائية، التي من أهمها نموذج تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض المائية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بُعد لتحديد أولويات الأحواض سواء من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، أو غيرها من المشاكل الأخرى، ومن ثَم اقتراح الحلول لها (Gajbhiye, et al, 2014) .

وفي هذه الدراسة يتم تطبيق نموذج تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض الرتبة الثالثة في أحواض وادي شعيب، ووادي الكرك، ووادي الركية ـ الأحيمر، لتحديد أولوياتها من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، إذ إنّ تحديد هذه الأولويات، من أهم خطوات تحقيق التنمية المستدامة، خاصة إنّ الأحواض المائية تمثل بيئة مِثالية لتبادل العلاقات البيئية -المياه، والتربة، والنبات الطبيعي- من جهة، وبين البيئة والإنسان من جهة أخرى، من خلال نشاطاته المختلفة، من أجل إدارة الأحواض المائية، واستغلال مواردها الطبيعية بشكل مُلائم، يتناسب مع إمكاناتها، فيضمن استمرارها وعدم تَدَهوُرها، ومساعدة صُنّاع القرار على اتخاذ التدابير المناسبة لإعادة وتأهيل الأحواض المتضررة.

(Patel, et al, 2012; Gajbhiye, et al, 2014; Kiran, and Srivastave, 2012)

6 .1- خطوات تحديد أولويات الأحواض:

يبدأ تحديد أولويات الأحواض من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، ومدى حاجتها للحماية، وبرامج الصيانة، باستخدام نموذج تحليل الخصائص المورفومترية بحساب وتحليل عدد 15 متغيرًا مورفومتريًا (جدول48) (Patel, et al, 2012) وذلك على النحو التالي:

1- استُخدم نظم المعلومات الجغرافية اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي للأحواض المائية (DEM) في حساب قيم متغير كلٍّ من: مساحة الحوض، ومحيط الحوض، وطول الحوض،

وارتفاع الحوض، وعدد وطول المجاري المائية في الحوض، والرتبة النهرية للحوض بناءً على طريقة (Strahler,1957).

- حساب قيم متغير نسبة التشعّب، وكثافة التصريف، والتكرار النهري، وطول الجريان الصفائحي، ونسيج الحوض، ونسبة الاستطالة، ونسبة الاستدارة، ومعامل الاندماج وForm factor، وShape factor ، لكل حوض من الأحواض وفقًا للمعادلات الخاصة بحساب قيمة كل متغير من هذه المتغيرات(جدول47).

2 - يدخل في حساب أولويات الأحواض من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه عدد 10 متغيرات مورفومترية، وهي تلك المتغيرات المورفومترية التي تعطي مؤشرًا على انجراف التربة، وتشمل 5 متغيرات مورفومترية خطّية (جدول47)، إذ ترتبط هذه المتغيرات بعلاقة طردية مع انجراف التربة، أي: إنّ زيادة قيم هذه المتغيرات يؤدي إلى زيادة معدلات الانجراف، و5 متغيرات مورفومترية شكليّة (جدول47)، حيث ترتبط هذه المتغيرات بعلاقة عكسية مع انجراف التربة، أي: إنّ ارتفاع قيم هذه المتغيرات يعني انخفاض معدلات الانجراف، والعكس صحيح (Kiran, and Srivastav, 2012; Suji, et al 2015) .

3 - يتم وضع المتغيرات المورفومترية المذكورة في (جدول47) في جدولٍ يسمى جدول حساب العامل المركب، والأولويات، حيث يتم ترتيب كلّ متغير من المتغيرات المورفومترية الداخلة في حساب أولويات الأحواض حسب قيمته، إذ تُعطَى أعلى قيمة للمتغير رقم 1، وتعطى القيمة التي تليها لنفس المتغير رقم 2، وهكذا إلى أن نصل إلى أدنى قيمة من قيم المتغير، كما هو مُوضح في (جدول49)، ثم يُحسب العامل المركب لكل حوض، وذلك بجمع رُتب المتغيرات التي تحصّل عليها كل حوض من الأحواض المائية، وقسمتها على عددها (جدول49)، ثُم نأتي إلى آخر خطوة وهي تحديد أولويات الأحواض من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، ويتمّ ذلك بإعطاء الحوض الذي تحصّل على أقلّ قيمة من قيم العامل المركب رقم 1 ، ويكون بذلك هو الحوض الذي حقق الأولوية من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، وله الأولوية في برامج الصيانة، ويليه الحوض الذي تحصّل على رقم 2 ، وهكذا (جدول49)، (Patel, et al 2012).

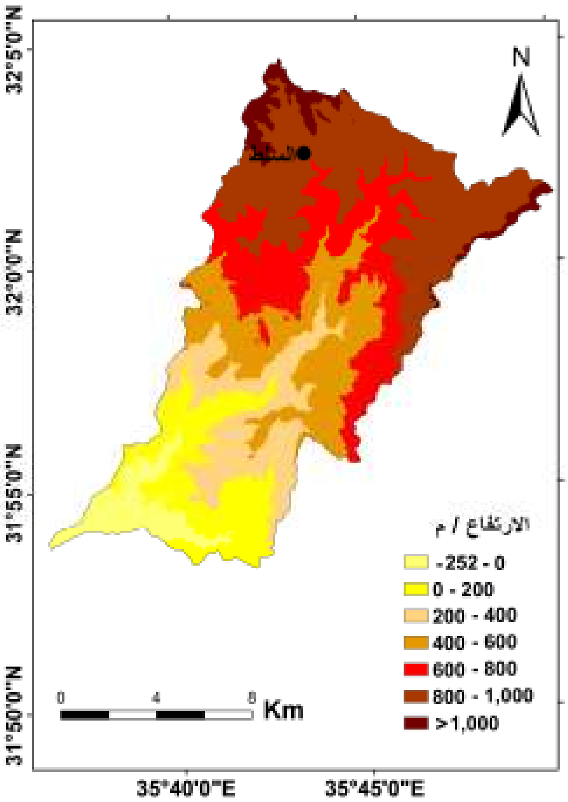
جدول (47) المتغيرات المستخدمة في حساب أولويات الأحواض المائية

ر.م	المتغير المورفومتري	رمز المتغير	المعادلة	المصدر
	المتغيرات المورفومترية الخطية			
1	نسبة التشعب	(R_b)	$R_b = N_u / N_u+1$ Schumm (1956) N_u = عدد المجاري المائية في رتبة ما . N_u+1 = عدد المجاري المائية في الرتبة التي تليها	Schumm (1956)
2	كثافة التصريف	(D_d)	$D_d = L_u / A$ L_u = (المجموع الكلي لطول للمجاري المائية في الحوض). A = مساحة الحوض (كم^2).	Horton (1945)
3	التكرار النهري	(F_s)	$F_s = N_u / A$ N_u = إجمالي عدد المجاري المائية في الحوض . A = مساحة الحوض (كم^2)	Horton (1932)
4	طول الجريان الصفائحي	(L_o)	$L_o = 1/2\ D_d$ $1/2\ D_d$ = نصف قيمة كثافة التصريف	Horton (1945)
5	نسيج الحوض	(D_t)	$D_t = N_u / P$ N_u = إجمالي عدد المجاري المائية في الحوض - P = محيط الحوض (كم).	Schumm (1956)
	المتغيرات المورفومترية الشكلية			
6	معامل الاندماج	(C_c)	$Cc=0.2812*P/A^{0.5}$ P= محيط الحوض، A= مساحة الحوض	Horton (1945)
7	نسبة الاستدارة	(R_c)	$Rc = 4*3.14*A/P^2$ A = مساحة الحوض(كم^2)،P^2 = مربع طول محيط الحوض (كم^2)	Miller(1953) Strahler(1964)
8	نسبة الاستطالة	(R_e)	$R_e = 1.128*\sqrt{A} / L_b$ A = مساحة الحوض (كم^2) . L_b = طول الحوض (كم) .	Schumm (1956)
10	Form factor	(R_f)	$R_f = A / L_b^2$ A = مساحة الحوض (كم^2) L_b^2 = مربع طول الحوض (كم^2)	Horton (1945)
9	Shape factor	(S_f)	$S_f = L_b^2 / A$ A = مساحة الحوض (كم^2) L_b^2 = مربع طول الحوض (كم^2)	

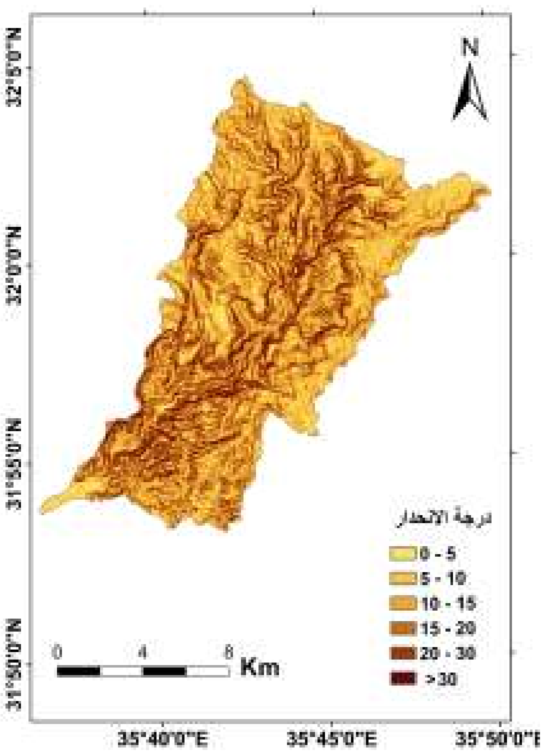
وفي هذه الدراسة تمّ تطبق نموذج تحليل الخصائص المورفومترية لتحديد وحساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، في حوض وادي شعيب، وحوض وادي الكرك، وحوض وادي الركية ـ الأحيمر وذلك على النحو التالي:

6. 2 ـ أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه:

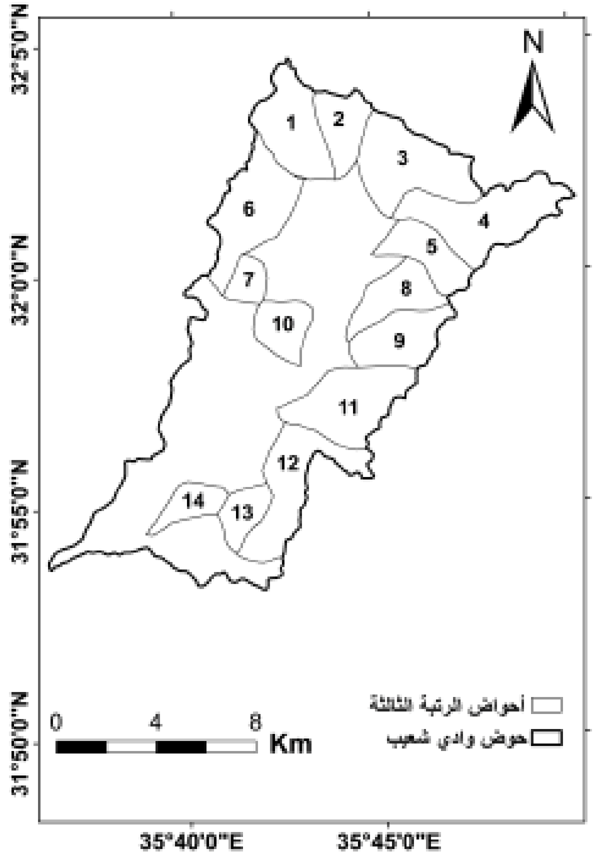
تُغطّي تكوينات الكريتاسي التي تتألف من الحجر الكلسي، والحجر الرملي، والصّوان حوالي 98.35% من المساحة الكلية لحوض وادي شعيب (جدول1)، ويتراوح المتوسط السنوي للأمطار في هذا الحوض ما بين 320 ــ 375 ملم (شكل11)، وتشغل تربة البحر المتوسط الحمراء وهي تربة كلسية، غنية بالمواد الطينية، وتربة البحر المتوسط الصفراء حوالي 40.60%، 25.75% على التوالي من المساحة الكلية لحوض وادي شعيب، في حين تُغطِّي التربة الصفراء 27.24% من إجمالي مساحته (جدول3)، وأما الغطاء النباتي فيُغطّي فعليًا نسبة 27.08% من إجمالي مساحة هذا الحوض (جدول5)، فيما يبلغ مستوى أقل نقطة به -252 م وأما أعلى نقطة به، فيبلغ ارتفاعُها 1095 م ليكون تضرس هذا الحوض 1347 م (جدول15، شكل101)، في حين تتراوح درجة انحدار السطح به ما بين 0 ـ 53° (شكل102)، وبلغ عدد الأحواض المائية من الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب 14 حوضًا بمساحة إجمالية قدرها 103.900كم^2 أي: ما يعادل 58.43% من مساحته الكلية، موزّعة على كافة أجزاء الحوض من المنبع إلى منطقة المصب (شكل103).



شكل (101) الارتفاع (متر) في حوض وادي شعيب



شكل (102) انحدار السطح في حوض وادي شعيب(درجة)



شكل (103) أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب

6 .2 .1- تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب:

6 .2 .1 .1- الخصائص المورفومترية الأساسية:

1- المساحة (A):

تُعد كل أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب من الأحواض صغيرة المساحة، إذ يتضح من (جدول48) أن مساحتها تتراوح ما بين 2.45 – 12.64كم^2، وأصغر هذه الأحواض مساحةً الحوض 7، وأكبرها الحوض 4.

2- المحيط (P):

يتراوح طول محيط أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب ما بين 6.07 - 20.61 كم وأقل هذه الأحواض محيطًا الحوض 7، وأطولها الحوض 12 (جدول48) .

3- طول الحوض (L_b) :

يتضح من (جدول48) أن أقل أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب طولاً الحوض 7 إذ يبلغ طوله 2.08 كم، في حين سجّل الحوض 12 أكبر طول، إذ يبلغ طوله 7.95كم .

4- عدد المجاري المائية (N_u):

يتراوح عدد المجاري المائية في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب ما بين أقله في الحوض7 وعددها 7 مجاري، وأعلاه في الحوض 4 وعددها 26 مجرى (جدول48)، ولمعرفة عدد المجاري المائية على مستوى الرتب (ملحق2).

5- أطوال المجاري المائية (L_u):

يتبين من (جدول48) أن طول المجاري المائية في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب يتراوح ما بين 3.56 - 18.87كم، وأن أقل طول للمجاري المائية في الحوض 7 ، وأكبر طول لها في الحوض 4 ، وللتعرّف على طول المجاري المائية على مستوى الرتب (ملحق 2).

جدول (48) الخصائص المورفومترية لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب

الخصائص المورفومترية الشكلية					الخصائص المورفومترية الخطية					الخصائص المورفومترية الأساسية					الحوض
R_c	C_c	R_e	R_f	Sf	D_t	F_s Nu/ Km^2	D_d Km/ Km^2	R_b	L_o	N_u	L_u	L_b	P	A	
0.62	1.27	0.62	0.30	3.26	1.32	1.97	1.70	2.92	0.85	18	15.55	5.46	13.59	9.13	1
0.65	1.24	0.69	0.38	2.63	0.80	1.55	1.42	2.35	0.71	8	7.32	3.69	9.98	5.17	2
0.60	1.28	0.84	0.56	1.79	1.13	1.49	1.51	3.42	0.76	18	18.14	4.65	15.84	12.05	3
0.43	1.54	0.53	0.23	4.24	1.34	2.06	1.49	5.04	0.75	26	18.87	7.35	19.40	12.64	4
0.56	1.33	0.60	0.28	3.56	1.33	2.65	1.48	5.29	0.74	15	8.41	4.49	11.24	5.65	5
0.47	1.44	0.60	0.28	3.53	0.93	1.71	1.57	4.63	0.79	19	17.45	6.26	17.04	11.07	6
0.84	1.09	0.85	0.56	1.76	1.15	2.85	1.45	2.00	0.73	7	3.56	2.08	6.07	2.45	7
0.58	1.33	0.63	0.32	3.11	1.23	2.34	1.71	3.25	0.86	14	10.24	4.32	11.37	5.99	8
0.66	1.23	0.66	0.34	2.86	1.29	2.15	1.69	3.51	0.85	15	11.81	4.47	11.55	6.98	9
0.82	1.10	0.85	0.56	1.77	1.33	2.49	1.45	3.53	0.73	11	6.41	2.80	8.23	4.41	10
0.62	1.27	0.63	0.32	3.15	1.27	1.74	1.38	7.61	0.69	19	15.01	5.87	14.88	10.91	11
0.32	1.77	0.46	0.17	5.90	1.21	2.33	1.59	4.82	0.80	25	17.08	7.95	20.61	10.71	12
0.74	1.16	0.68	0.37	2.67	1.30	2.90	2.03	3.12	1.01	10	7.02	3.04	7.64	3.45	13
0.57	1.32	0.56	0.25	4.00	0.93	2.43	1.55	2.35	0.78	8	5.10	3.63	8.52	3.29	14

2. 1. 2. 6 - الخصائص المورفومترية الخطية:

1- كثافة التصريف (D_d):

يتضح من (جدول48) أن كثافة التصريف في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب تتراوح ما بين 1.38 - 2.03 كم / كم^2 حيث سجّل الحوض 11 أقل قيمة لكثافة التصريف، في حين سجل الحوض 13 أعلى قيمة لها .

2 - التكرار النهري (F_s):

تتراوح قيم التكرار النهري في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب ما بين أدناها 1.49 في الحوض 3، وأعلاها 2.90 في الحوض 13، (جدول48).

3 - نسبة التشعب (R_b):

يتضح من (جدول48) أن نسبة التشعب في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب تتراوح ما بين أقلها 2.00 في الحوض7، وأعلاها 7.61 في الحوض 11.

4- طول الجريان الصفائحي (L_o):

تتراوح قيم هذا المتغير في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب ما بين 0.69 في الحوض 11 وهي أقل قيمة، و1.01 في الحوض 13 وهي أعلى قيمة (جدول48) .

5- نسيج الحوض (D_t):

تتراوح قيم نسيج الحوض في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب ما بين 0.80 - 1.34 (جدول،48)، وتشير هذه القيم بحسب تصنيف (Smith,1950) للأحواض المائية بناءً على نسيج الحوض (جدول8)، إلى أنها أحواض ذات نسيج خشن جدًّا .

6 .2 .1 .3- الخصائص المورفومترية الشكلية :

1- نسبة الاستطالة (R_e):

يتضح من (جدول48) تباين نسبة استطالة أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب، إذ تتراوح نسبة استطالة الأحواض 1، 2، 4، 5، 6، 8، 9، 11، 12، 13، 14، ما بين 0.46 – 0.69، وبذلك، ووفقًا لتصنيف (Schumm,1956) للأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة (جدول 6)، تُعد هذه الأحواض مستطيلة الشكل، بل إن الحوض 12 أكثر استطالة، وهذا يعني أنها أحواض ممتدة تحتاج إلى مدة زمنية أطول للوصول إلى قمة الجريان، في حين تراوحت نسبة استطالة الأحواض 3، 7، 10، ما بين 0.84 – 0.85 وبحسب التصنيف المذكور أعلاه تُعد هذه الأحواض بيضاوية الشكل، وهي أقرب إلى الاستدارة منها إلى الاستطالة.

2- نسبة الاستدارة (R_c):

تتراوح نسبة استدارة أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب ما بين 0.32 - 0.84 (جدول49)، وتشير هذه القيم إلى أن معظم الأحواض مستطيلة الشكل، باستثناء حوضيْ 7، 10 فهي بيضاوية الشكل، أي: إنها أقرب إلى الاستدارة، مما يجعلها عُرضة لخطر الفيضانات، بسبب سرعة التدفق، وقلة الوقت اللازم للوصول إلى قمة الجريان .

3- Form factor (R_f):

يتضح من (جدول48) أن قيم هذا المتغير لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب تتراوح ما بين 0.17 - 0.56، وبناءً على هذه القيم فإن كل أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب أحواض ممتدة مستطيلة الشكل، باستثناء الأحواض 3، 7، 10، التي بلغ قيمة المتغير فيها 0.56، مما يشير إلى أن هذه الأحواض أقرب إلى الاستدارة، وبذلك تتفق مع نتائج نسبة الاستطالة.

4 - Shape factor (S_f) :

يتبين من (جدول48) أن قيم متغير Shape factor لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب تتراوح ما بين 1.76 – 5.90 إذ كانت أقل قيمة لهذا المتغير في الحوض 7، وأعلى قيمة له في الحوض 12.

5 ـ معامل الاندماج (C_c):

تتراوح قيم معامل الاندماج لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب ما بين 1.09-1.77 (جدول48) إذ سجل الحوض 7 أدنى قيمة، والحوض 12 أعلى قيمة لمعامل الاندماج..

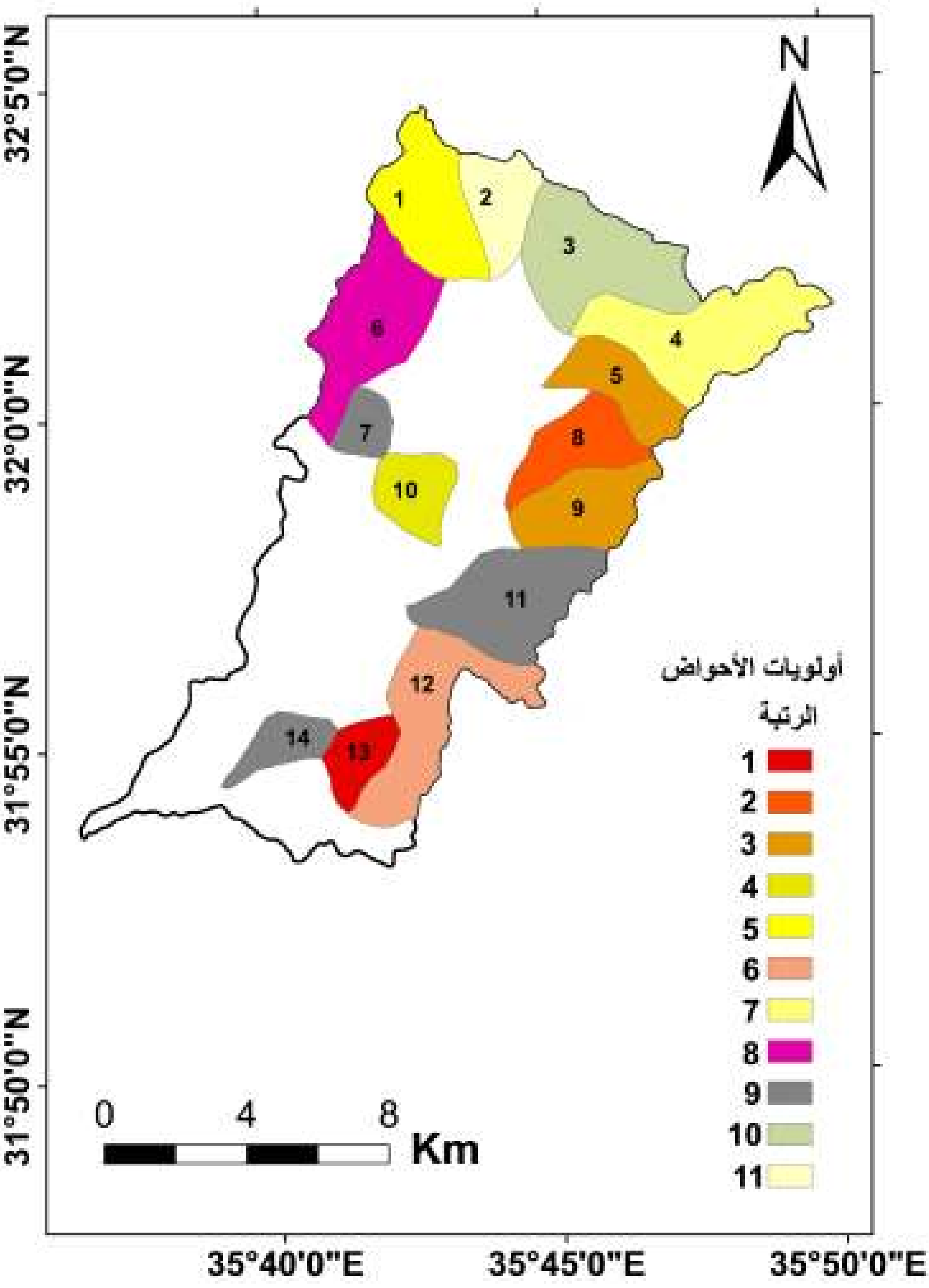
6 .2 .2 ـ حساب وأولويات احواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض وادي شعيب :

بَعد ترتيب المتغيرات الداخلة في حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب، وحساب العامل المركب لها (جدول49) تَبيّن من هذا الجدول أن الحوض 13 قد حصل على أدنى قيمة للعامل المركب 4.7، وبالتالي فقد حصل هذا الحوض على الرتبة الأولى أي الأولوية 1 من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، وهذا يعني أن الحوض 13 من أكثر أحواض الرتبة الثالثة عُرضة لإنجراف التربة، ومن أكثرها حاجة لتدابير صيانة التربة والمياه، ويأتي في الرتبة الثانية من حيث الأولوية الحوض 8 الذي بلغت قيمة العامل المركب به 5.7، ثم الحوضين 5، 9 في الرتبة الثالثة وهكذا (شكل104)، وتؤكد نتائج حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب على العلاقة الطردية بين الخصائص الخطية، وانجراف التربة وصيانة المياه، إذ إن الأحواض 13، 8، 5، 9 من أعلى أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب قيمًا، من حيث الخصائص الخطية (جدول48).

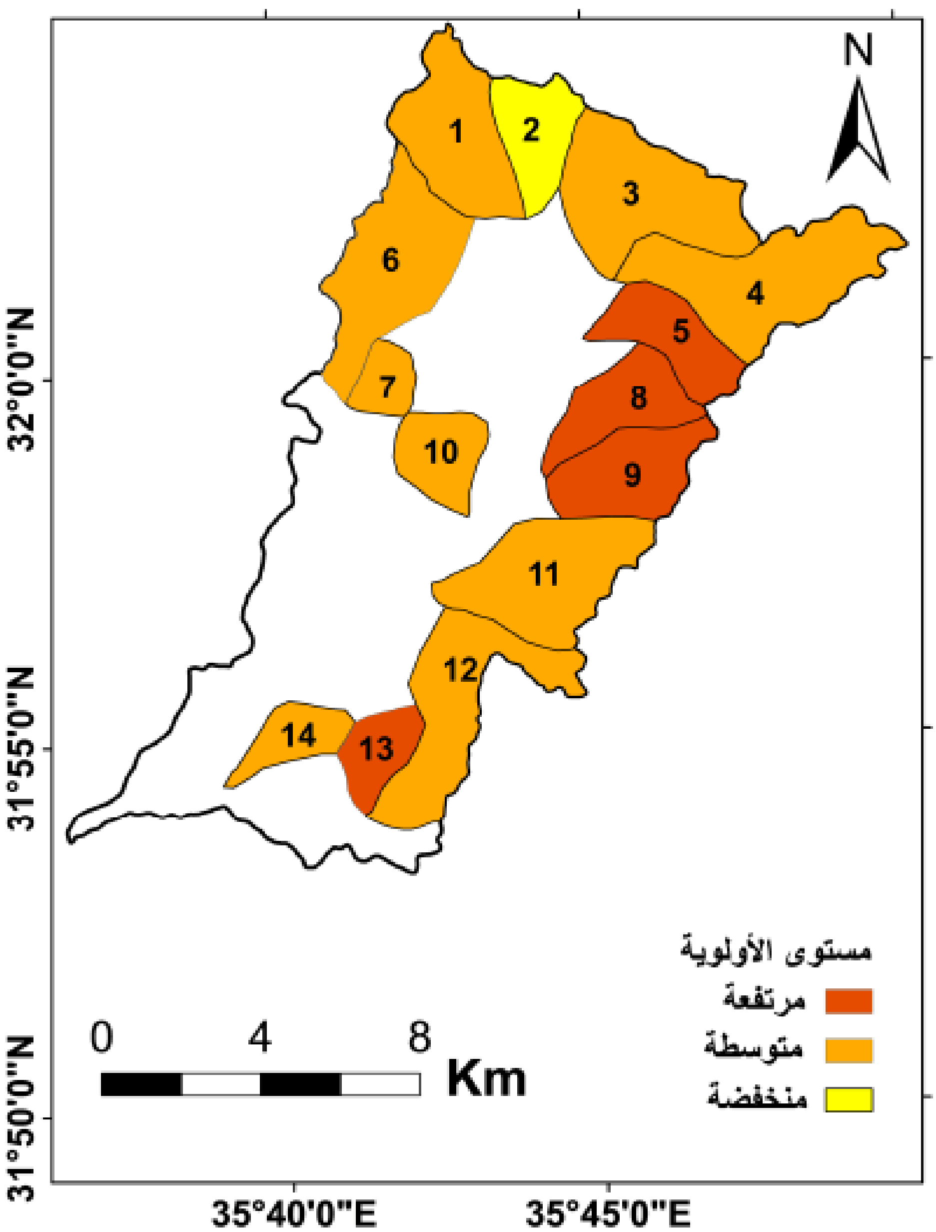
وبتصنيف العامل المركب لأحواض الدرجة الثالثة في حوض وادي شعيب إلى ثلاثة فئات متساوية، لتحديد مستوى الأولوية من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه أولوية مرتفعة (4 - 5.9)، أولوية متوسطة (6 - 7.9)، أولوية منخفضة (أكبرمن 8) (جدول49)، تبين أن الأحواض 5، 8، 9، 13 ذات أولوية مرتفعة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، وأن الأحواض 1،3، 4، 6، 7،11،10، 12، 14 ذات أولوية متوسطة، في حين يُعد الحوض 2 ذو أولوية منخفضة (شكل105) .

جدول (49) حساب العامل المركب، وأولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض وادي شعيب

المتغيرات / الحوض	الخصائص المورفومترية الخطية					الخصائص المورفومترية الشكلية					العامل المركب	رتبة الأولوية	مستوى الأولوية
	R_b	D_d (Km /Km ^{2}	F_s (Nu/ Km ^{2})	D_t	L_o	S_f	R_f	R_e	C_c	R_c			
1	11	3	10	3	3	6	6	7	7	6	6.2	5	متوسطة
2	12	12	13	12	11	11	2	3	8	5	8.9	11	منخفضة
3	8	8	14	10	7	12	1	2	6	7	7.5	10	متوسطة
4	3	9	9	1	8	2	8	10	2	12	6.4	7	متوسطة
5	2	10	3	2	9	4	6	8	4	10	5.8	3	مرتفعة
6	5	6	12	11	5	5	6	8	3	11	7.2	8	متوسطة
7	13	11	2	9	10	14	1	1	12	1	7.4	9	متوسطة
8	9	2	6	7	2	8	5	6	4	8	5.7	2	مرتفعة
9	7	4	8	5	3	9	4	5	9	4	5.8	3	مرتفعة
10	6	11	4	2	10	13	1	1	11	2	6.1	4	متوسطة
11	1	13	11	6	12	7	5	6	7	6	7.4	9	متوسطة
12	4	5	7	8	4	1	9	11	1	13	6.3	6	متوسطة
13	10	1	1	4	1	10	3	4	10	3	4.7	1	مرتفعة
14	12	7	5	11	6	3	7	9	5	9	7.4	9	متوسطة



شكل (104) أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض وادي شعيب



شكل (105) مستوى أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض وادي شعيب

6. 3 - أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه:

تتألف التكوينات الجيولوجية في حوض وادي الكرك من تكوينات عصر الكريتاسي المتكونة من الحجر الكلسي، والحجر الرملي، والصوان، والفوسفات، وتكوينات العصر الرباعي المتمثلة في مفتّتات غير متماسكة، إذ تُغطي تكوينات الكريتاسي 93.35%، وتغطي تكوينات العصر الرباعي 6.50% من إجمالي مساحة هذا الحوض (جدول1)، ويتراوح المتوسط السنوي للأمطار في حوض وادي الكرك ما بين 210 - 288 ملم (شكل13)، فيما يبلغ مستوى أقل نقطة فيه – 384 م، وأما أعلى نقطة فيبلغ ارتفاعها 1277 م، ليكون تضرس هذا الحوض 1661م (جدول 19، شكل106)، في حين تتراوح درجة انحدار السطح به ما بين 0 - 57° (شكل107)، وتشغل تربة البحر المتوسط الحمراء الناضجة، وتربة البحر المتوسط الحمراء، والتربة الصفراء 20.59% ،45.21%،31.41% على التوالي من المساحة الكلية لحوض وادي الكرك (جدول3)، وأما الغطاء النباتي فيشغل فعليًّا 27.44% من إجمالي مساحة هذا الحوض (جدول5)، وبلغ عدد أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك 31 حوضًا بمساحة إجمالية قدرها 95.69كم^2 أي: ما يعادل 50.12% من المساحة الكلية لهذا الحوض، مُوزعة على كافة أجزائه من المنبع إلى منطقة المصب (شكل108) .

6. 3. 1- تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك:

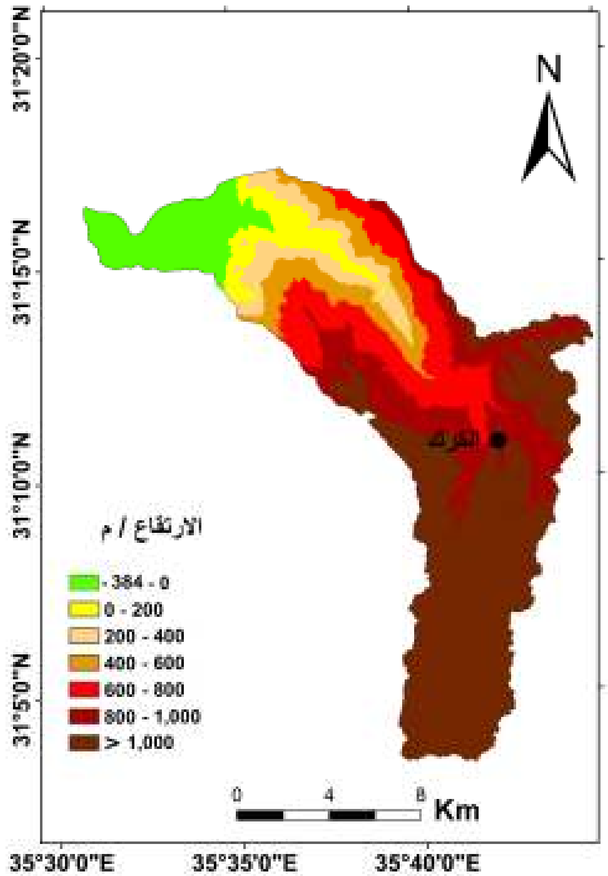
6. 3. 1. 1 - الخصائص المورفومترية الأساسية:

1- المساحة (A):

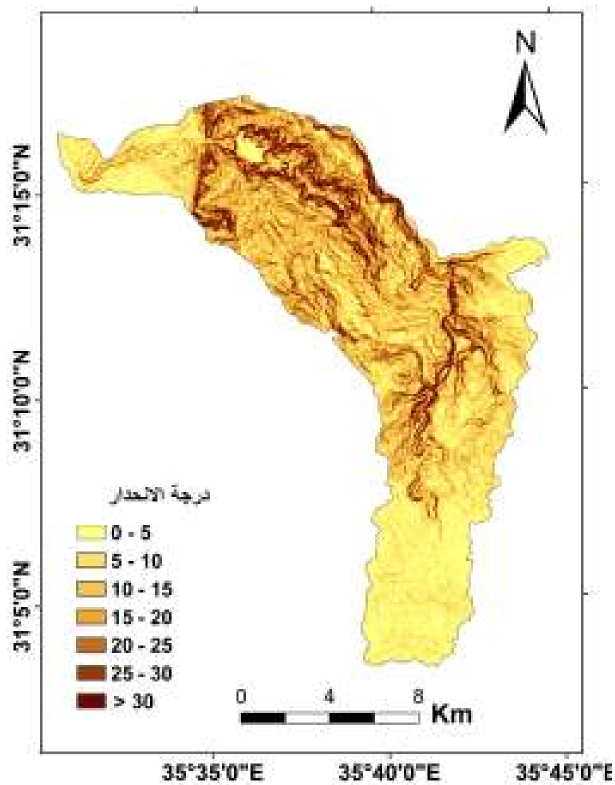
تتراوح مساحة أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك ما بين 0.800 - 12.170كم^2 إذ إن أصغر الأحواض مساحة الحوض 8، وأكبرها الحوض 9 (جدول50)، و تُعد هذه الأحواض بناءً على مساحتها من الأحواض الصغيرة.

2- المحيط (P):

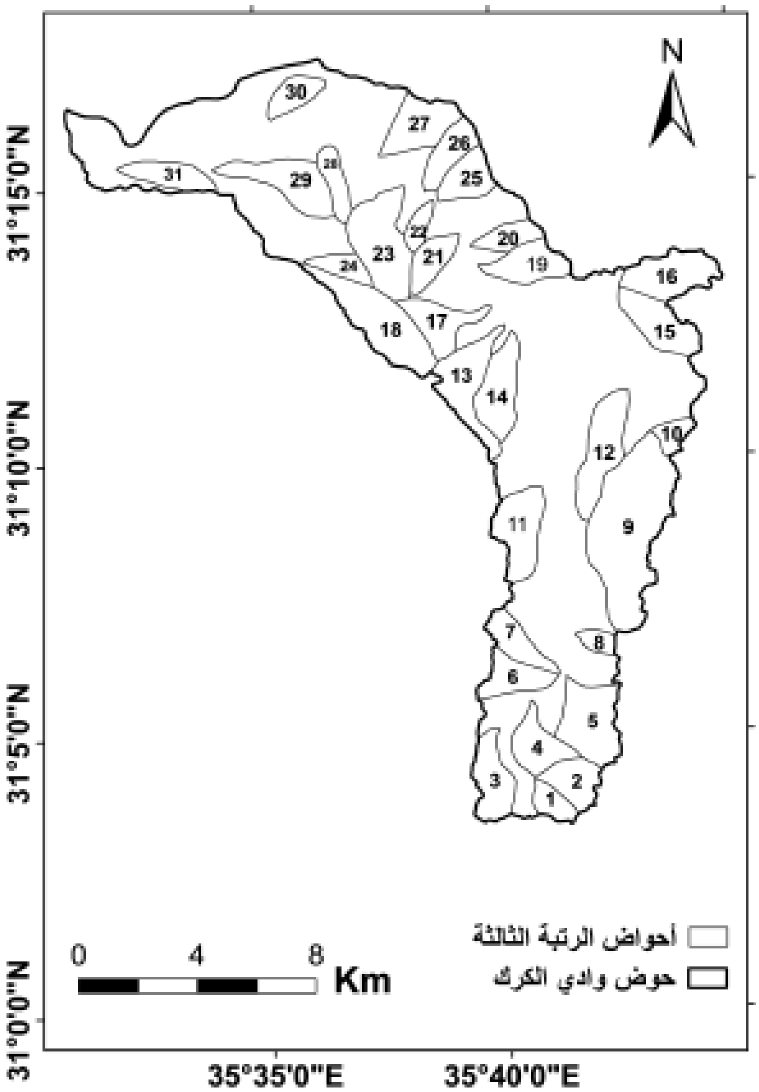
يتراوح طول محيط أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك ما بين أقله للحوض 8 ويبلغ 3.73كم، وأكبره للحوض 9 ويبلغ 16.96كم (جدول50) .



شكل (106) الارتفاع (متر) في حوض وادي الكرك



شكل (107) انحدار السطح في حوض وادي الكرك (درجة)



شكل (108) أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك

3- طول الحوض (L_b):

يتضح من (جدول50) أن أقل أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك طولاً الحوض 8 إذ يبلغ طوله 1.35كم، في حين سجّل الحوض 9 أكبر طول، حيث يبلغ طوله 6.73كم.

4- عدد المجاري المائية (N_u):

يتراوح عدد المجاري في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك، ما بين أقله في الأحواض 1، 8، 22 وعددها 7 مجاري لكل حوض، وأعلاه في الحوض 9 وعددها 42 مجرى (جدول50) وللتعرف على عدد المجاري المائية على مستوى الرتب (ملحق3) .

جدول (50) الخصائص المورفومترية لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك

المتغيرات / الحوض	الخصائص المورفومترية الأساسية					الخصائص المورفومترية الخطية					الخصائص المورفومترية الشكلية				
	A	**P**	**L_b**	**L_u**	**N_u**	**L_o**	**R_b**	**D_d Km/Km2**	**FS Nu/Km2**	**D_t**	**S_f**	**R_f**	**R_e**	**C_c**	**R_c**
1	1.28	4.80	1.96	2.94	7	1.14	2.00	2.29	5.46	1.45	3.00	0.33	0.65	1.20	0.69
2	2.38	6.68	2.22	6.95	17	1.46	3.23	2.92	7.14	2.54	2.07	0.48	0.78	1.22	0.66
3	3.03	8.23	3.30	8.51	19	1.40	4.36	2.80	6.27	2.30	3.59	0.27	0.56	1.33	0.56
4	2.67	7.69	2.60	6.68	11	1.25	5.07	2.50	4.12	1.43	2.53	0.39	0.70	1.33	0.57
5	4.62	9.92	3.38	12.02	19	1.30	4.36	2.60	4.11	1.91	2.47	0.40	0.71	1.30	0.58
6	2.37	7.52	2.73	6.04	10	1.28	3.12	2.55	4.22	1.32	3.14	0.31	0.63	1.38	0.52
7	2.17	7.27	3.08	5.61	11	1.29	3.53	2.58	5.06	1.51	4.37	0.22	0.53	1.40	0.51
8	0.800	3.73	1.35	2.15	7	1.34	2.00	2.68	8.75	1.87	2.27	0.44	0.74	1.18	0.72
9	12.17	16.96	6.73	27.54	42	1.13	5.00	2.26	3.45	2.47	3.72	0.26	0.58	1.37	0.53
10	1.07	4.56	1.57	2.91	8	1.36	2.35	2.71	7.47	1.75	2.3	0.43	0.74	1.24	0.64
11	3.88	8.73	3.34	8.17	13	1.05	4.40	2.10	3.35	1.48	2.87	0.34	0.66	1.25	0.63
12	4.22	10.37	4.71	8.98	16	1.06	5.75	2.12	3.79	1.54	5.25	0.19	0.49	1.42	0.49
13	4.17	12.63	5.40	11.74	17	1.17	6.21	2.81	4.07	1.34	6.99	0.14	0.42	1.74	0.32
14	3.53	8.75	3.87	9.05	13	1.28	4.33	2.56	3.68	1.48	4.24	0.23	0.54	1.31	0.57
15	3.38	8.35	3.45	7.35	17	1.08	6.21	2.17	5.02	2.03	3.52	0.28	0.60	1.28	0.61
16	3.88	9.00	3.45	8.99	18	1.16	4.34	2.32	4.38	2.00	3.06	0.32	0.64	1.29	0.60
17	2.80	8.86	2.55	8.07	13	1.44	3.00	2.88	4.64	1.46	2.32	0.43	0.74	1.49	0.44
18	5.94	12.67	5.67	13.18	18	1.11	4.34	2.21	3.03	1.42	5.41	0.18	0.48	1.52	0.46
19	2.79	7.60	2.81	7.69	15	1.37	4.84	2.75	5.37	1.97	2.83	0.35	0.67	1.28	0.61
20	1.57	5.73	2.32	4.28	8	1.36	4.10	2.72	5.09	1.39	3.42	0.29	0.60	1.19	0.60
21	1.91	5.87	2.52	6.06	10	1.58	3.12	3.17	5.23	1.70	3.32	0.30	0.62	1.22	0.69
22	0.96	4.31	1.90	2.24	7	1.16	2.00	2.33	7.29	1.63	3.76	0.26	0.58	1.24	0.64
23	5.53	10.39	4.39	13.51	23	1.22	4.40	2.44	4.16	2.21	3.48	0.28	0.60	1.24	0.64
24	1.37	5.66	2.21	3.71	9	1.35	2.18	2.71	6.56	1.59	3.56	0.28	0.59	1.04	0.53
25	2.28	6.21	2.07	5.71	11	1.25	3.53	2.50	4.82	1.77	1.87	0.53	0.82	1.16	0.74
26	2.20	6.74	2.77	5.26	12	1.19	3.96	2.39	5.45	1.78	3.48	0.28	0.60	1.28	0.61
27	3.37	8.07	2.71	10.43	13	1.55	4.40	3.09	3.85	1.61	2.17	0.46	0.76	1.24	0.65
28	1.60	6.13	2.59	4.72	8	1.47	2.35	2.95	5.00	1.30	4.19	0.24	0.55	1.36	0.53
29	3.96	10.29	4.61	11.22	14	1.42	4.84	2.83	3.53	1.36	5.36	0.19	0.48	1.46	0.46
30	1.64	5.40	2.35	4.75	9	1.45	2.72	2.89	5.48	1.66	3.36	0.29	0.61	1.18	0.70
31	2.15	7.41	3.42	8.23	10	1.91	3.12	3.82	4.65	1.34	5.44	0.18	0.48	1.43	0.49

5- أطوال المجاري المائية (L_u):

يتبين من (جدول50) أن طول المجاري المائية في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك، يتراوح ما بين 2.15 - 27.54كم وأن أقل طول للمجاري المائية في الحوض 8 وأكبر طول لها في الحوض 9، وللتعرف على طول المجاري المائية على مستوى الرتب (ملحق4).

6. 3. 1. 2 - الخصائص المورفومترية الخطية:

1- كثافة التصريف (D_d):

يتضح من (جدول50) أنّ كثافة التصريف في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك تتراوح ما بين 2.10 – 3.82كم/كم^2 حيث سجل الحوض 11 أقل قيمة لكثافة التصريف، في حين سجل الحوض 31 أعلى قيمة لها .

2 - التكرار النهري (F_s):

تتراوح قيم التكرار النهري في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك ما بين أدناها 3.03 في الحوض 18، وأعلاها 8.75 في الحوض 8 (جدول50).

3- نسبة التشعّب (R_{bm}):

يتضح من (جدول50) أنّ نسبة التشعّب في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك تتراوح ما بين أقلها 2.00 في الأحواض 1، 8، 22، وأعلاها 6.21 في الحوض 15 .

4- طول الجريان الصفائحي (L_o):

تتراوح قيم هذا المتغير في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك ما بين 1.05 في الحوض11 وهي أقل قيمة، و1.91 في الحوض 31 وهي أعلى قيمة (جدول50).

5- نسيج الحوض (D_t):

تتراوح قيم نسيج الحوض في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك ما بين 1.32- 2.47 (جدول50)، وتشير هذه القيم بحسب تصنيف (Smith,1950) للأحواض المائية بناءً على نسيج الحوض (جدول8)، إلى أن هذه الأحواض ذات نسيج خشن جدًّا.

6. 3. 1. 3 - الخصائص المورفومترية الشكلية:

1- نسبة الاستطالة (R_e):

يتضح من (جدول50) أن نسبة استطالة أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك، تتراوح ما بين 0.48 - 0.82، وتشير هذه القيم، ووفقًا لتصنيف (Schumm,1956) للأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة (جدول6)، إلى أن هذه الأحواض ذات شكلٍ مستطيل، أي: إنها أحواض ممتدة تحتاج إلى مدة زمنية أطول للوصول إلى قمة الجريان، باستثناء الحوض 25 فهو ذو شكل بيضاوي، أقرب إلى الاستدارة من الاستطالة.

2- نسبة الاستدارة (R_c):

تتراوح نسبة استدارة أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك، ما بين أدناها 0.32 في الحوض 13، وأعلاها 0.74 في الحوض 25 (جدول50)، وتشير هذه القيم إلى أنها أحواض مستطيلة الشكل، باستثناء الحوض 25 فهو بيضاوي الشكل، ممّا يؤكد نتائج نسبة الاستطالة.

: Form factor (R_f) -3

يتضح من (جدول50) أن قيم هذا المتغير لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك، تتراوح ما بين 0.14 - 0.53، وبناءً على هذه القيم فإنّ كل أحواض الرتبة الثالثة في هذا الحوض ممتدة مستطيلة الشكل، باستثناء الحوض 25 الذي بلغ قيمة المتغير فيه 0.53، مما يشير إلى أنه أقرب إلى الاستدارة، وبذلك تتفق مع نتائج نسبة الاستطالة .

: Shape factor (Sf) -4

يتضح من (جدول50) أن قيم متغير Shape factor لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك، تتراوح ما بين 1.87 – 6.99 إذ أقل قيمة لهذا المتغير في الحوض 25، وأعلى قيمة له في الحوض 13.

5 - معامل الاندماج (C_c):

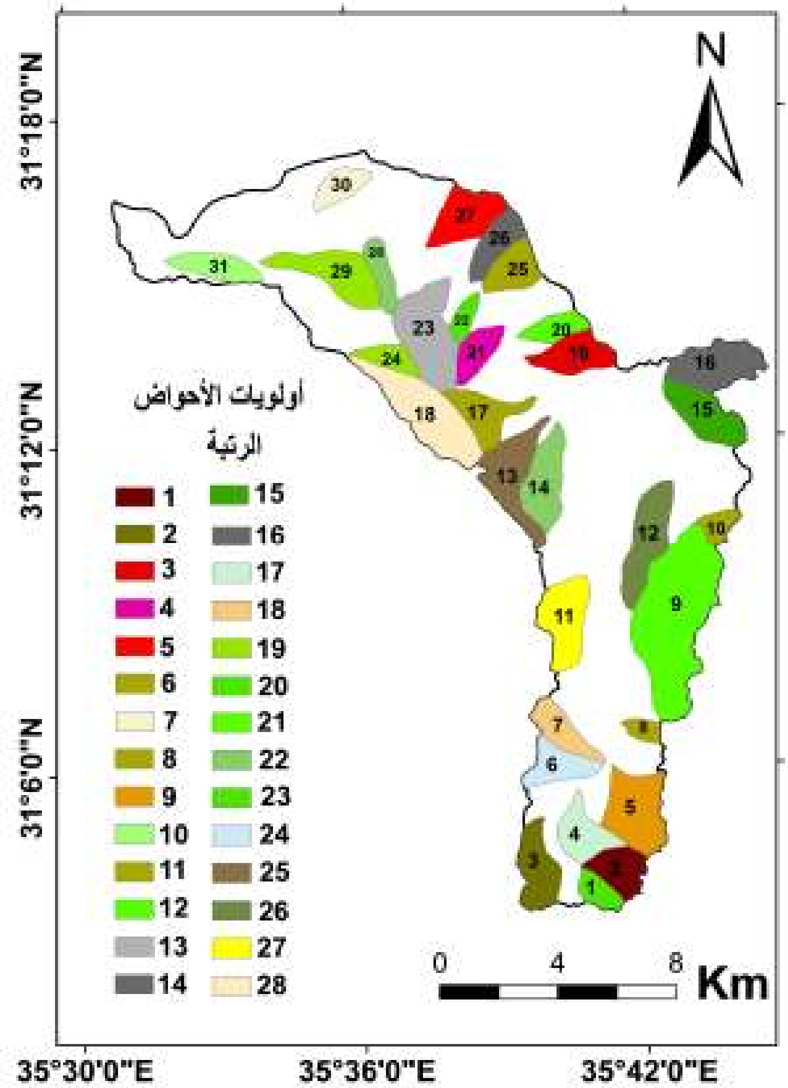
تتراوح قيم معامل الاندماج في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك، ما بين 1.04 - 1.74، (جدول50) إذ سجل الحوض 24 أدنى قيمة، والحوض 13 أعلى قيمة لمعامل الاندماج.

6. 3 - حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض وادي الكرك:

بَعد ترتيب المتغيرات الداخلة في حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك، وحساب العامل المركب لها (جدول51)، تبين من هذا الجدول أن الحوض 2 قد حصل على أدنى قيمة للعامل المركب 8.50، وبالتالي فقد حصل على الرتبة الأولى، أي: الأولوية 1 من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، مما يعني أن الحوض 2 من أكثر أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك عُرضة لإنجراف التربة، ومن أكثرها حاجة لصيانة التربة والمياه، ويأتي في الرتبة الثانية من حيث الأولوية الحوض 3 إذ بلغت قيمة العامل المركب 10.30، ثم الحوض 19 في الرتبة الثالثة، وهكذا (شكل109)، وتشير نتائج حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك إلى العلاقة الطردية بين الخصائص المورفومترية الخطية، وانجراف التربة وصيانة المياه، إذ إنّ الأحواض 2، 3، 19 من بين أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك التي لها أعلى القيم من حيث كثافة التصريف، والتكرار النهري، (جدول50).

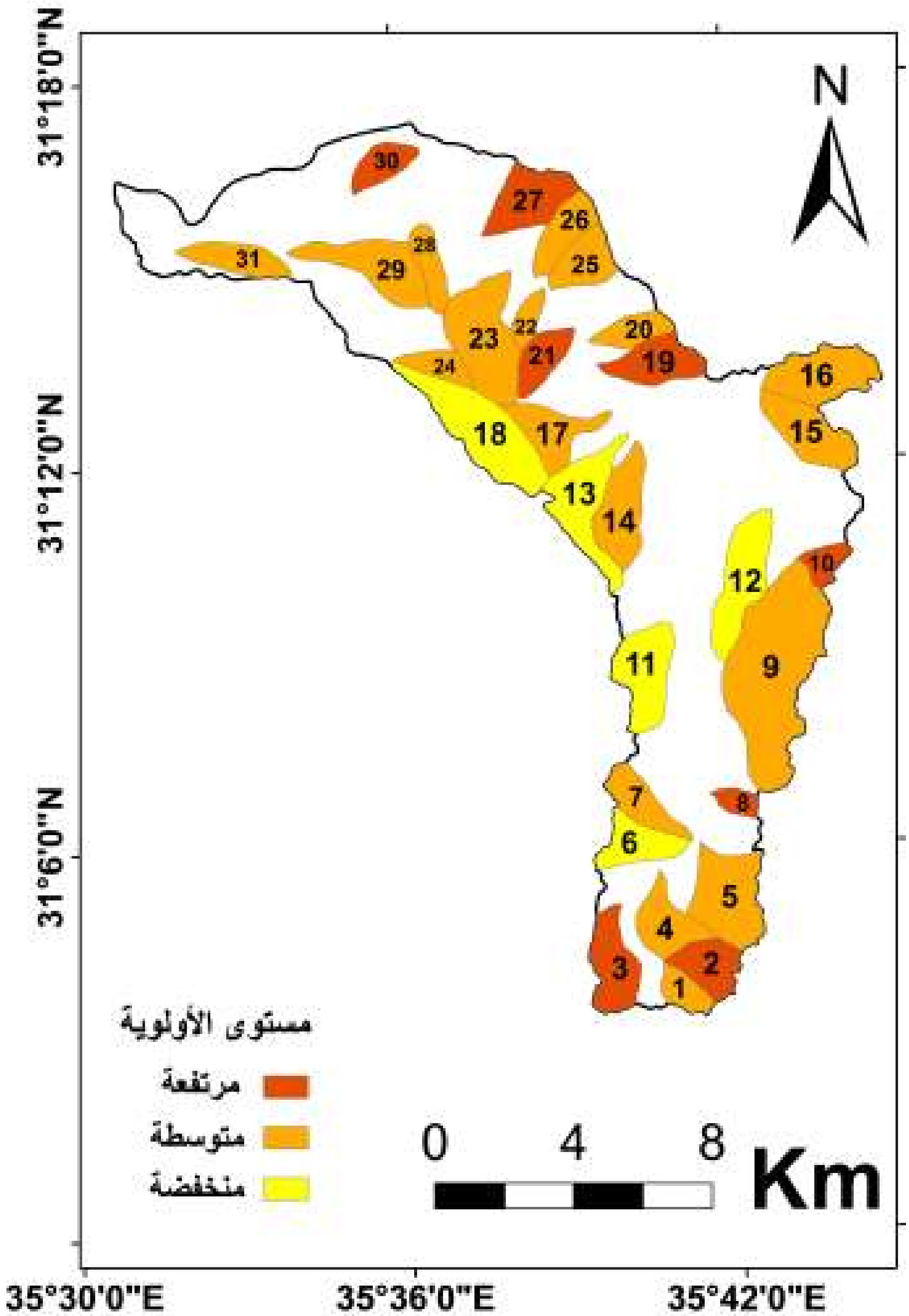
جدول (51) حساب العامل المركب، وأولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض وادي الكرك

المتغيرات / الحوض	الخصائص المورفومترية الخطية					الخصائص المورفومترية الشكلية					العامل المركب	رتبة الأولوية	مستوى الأولوية
	R_b	D_d (Km/Km^2)	F_s (Nu/Km^2)	D_t	L_o	S_f	R_f	R_e	C_c	R_c			
1	21	24	8	22	22	20	10	9	19	4	15.90	23	متوسطة
2	14	5	4	1	5	29	2	2	18	5	8.50	1	مرتفعة
3	8	9	6	3	9	11	16	17	11	13	10.30	2	مرتفعة
4	4	18	22	23	17	23	7	6	11	12	14.30	17	متوسطة
5	8	14	23	8	14	24	6	5	13	11	12.60	9	متوسطة
6	15	17	20	28	16	18	12	11	8	15	16.00	24	منخفضة
7	13	15	13	19	15	6	20	20	7	16	14.40	18	متوسطة
8	21	13	1	9	13	27	4	4	21	2	11.50	6	مرتفعة
9	5	25	29	2	23	10	17	16	9	14	15.00	21	متوسطة
10	19	12	2	12	11	26	5	4	17	7	11.50	6	مرتفعة
11	7	29	30	20	27	21	9	8	16	8	17.50	27	منخفضة
12	3	28	26	18	26	5	21	21	6	17	17.10	26	منخفضة
13	2	21	24	27	20	1	23	23	1	20	16.20	25	منخفضة
14	10	16	27	20	16	7	19	19	12	12	15.80	22	متوسطة
15	1	27	14	5	25	13	15	14	15	9	13.80	15	متوسطة
16	9	23	19	6	21	19	11	10	14	10	14.20	16	متوسطة
17	16	7	18	21	7	25	5	4	3	19	12.50	8	متوسطة
18	9	26	31	24	24	3	22	22	2	18	18.10	28	منخفضة
19	6	10	10	7	10	22	8	7	15	9	10.40	3	مرتفعة
20	11	11	12	15	11	15	14	14	20	10	13.30	12	متوسطة
21	15	2	11	13	2	17	13	12	18	4	10.70	4	مرتفعة
22	21	22	3	15	21	9	17	16	17	7	14.80	20	متوسطة
23	7	19	21	4	18	14	15	14	17	7	13.60	13	متوسطة
24	20	12	5	17	12	12	15	15	23	14	14.50	19	متوسطة
25	13	18	16	11	17	30	1	1	22	1	13.00	11	متوسطة
26	12	20	9	10	19	14	15	14	15	9	13.70	14	متوسطة
27	7	3	25	16	3	28	3	3	17	6	11.10	5	مرتفعة
28	18	4	15	29	24	8	18	18	10	14	15.80	22	متوسطة
29	6	8	28	26	8	4	21	22	4	18	14.50	19	متوسطة
30	17	6	7	14	6	16	14	13	21	3	11.70	7	مرتفعة
31	15	1	17	27	1	2	22	22	5	17	12.90	10	متوسطة



شكل (109) أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض وادي الكرك

وبتصنيف العامل المركب لأحواض الدرجة الثالثة في حوض وادي الكرك إلى ثلاثة فئات متساوية، لتحديد مستوى أولوية الأحواض، من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه أولوية مرتفعة (8 - 11.9)، أولوية متوسطة (12 - 15.9)، أولوية منخفضة (أكبرمن16) (جدول51)، تبين أن الأحواض 2، 3، 8، 10، 19، 21، 27، 30 ذات أولوية مرتفعة، من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، وأن الأحواض 1، 4، 5، 7، 9، 14، 15، 16، 17، 20، 22، 23، 24، 25، 26، 28، 31، 29 ذات أولوية متوسطة، في حين تُعد الأحواض 6، 11، 12، 13، 18، ذات أولوية منخفضة (شكل110) .



شكل (110) مستوى أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض وادي كرك

6 . 4 ـ أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه:

تشغل صخور القاعدة صخور ما قبل الكمبري نسبة 19.56%، من المساحة الكلية لحوض وادي الركية ـ الأحيمر (جدول1)، في حين تُغطي تكوينات عصر الكمبري المكونة من الحجر الرملي، والكونجلوميريت، وتكوينات الترياسي المكونة من الحجر الكلسي، والحجر الرملي، والصوان، وتكوينات العصر الرباعي المؤلفة من رواسب مفككة غير متماسكة حوالي 42.40%، 16.16% ،20.85% على التوالي من مساحته الكلية، ويتراوح المتوسط السنوي للأمطار في هذا الحوض ما بين 130 ـ 163 ملم (شكل14)، وتُغطي التربة الرملية والتربة الصخرية البازلتية حوالي 39.97%، 60.02% على التوالي من مساحة حوض وادي الركية ـ الأحيمر الكلية (جدول3)، وأما الغطاء النباتي في هذا الحوض فهو قليلٌ جدًّا، حيث لا تتجاوز المساحة المُغطّاة بالنباتات الطبيعية في هذا الحوض 0.007% (جدول5)، فيما يبلغ ارتفاع أقل نقطة به 149م وأما أعلى نقطة فيبلغ ارتفاعها 1659م، ليكون تضرس هذا الحوض 1510م (جدول 22، شكل111)، في حين تتراوح درجة انحدار السطح فيه ما بين 0 ـ 73° (شكل112)، .

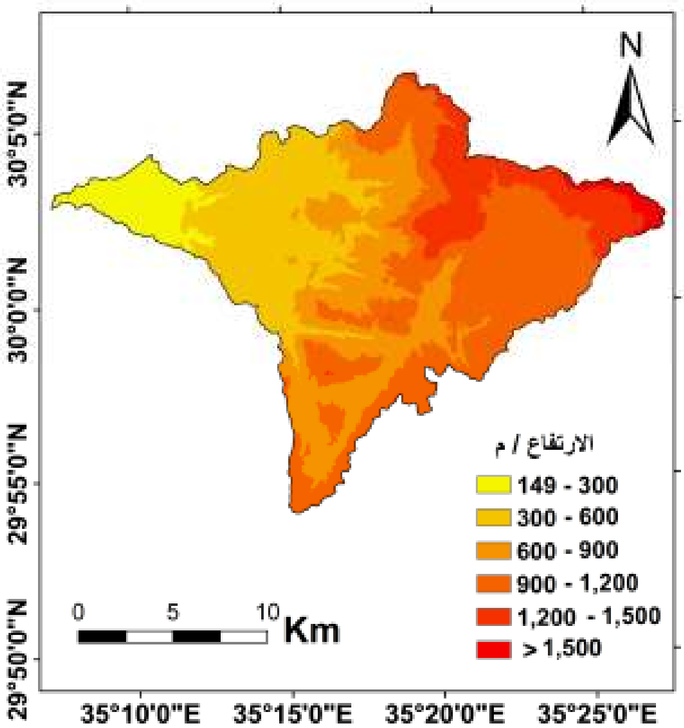
وبلغ عدد أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر 13 حوضًا بمساحة إجمالية قدرها 150.060كم^2 أي: ما يعادل 52.30% من المساحة الكلية لهذا الحوض، موزعة على كافة أجزائه (شكل113).

6 .4. 1ـ تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر:

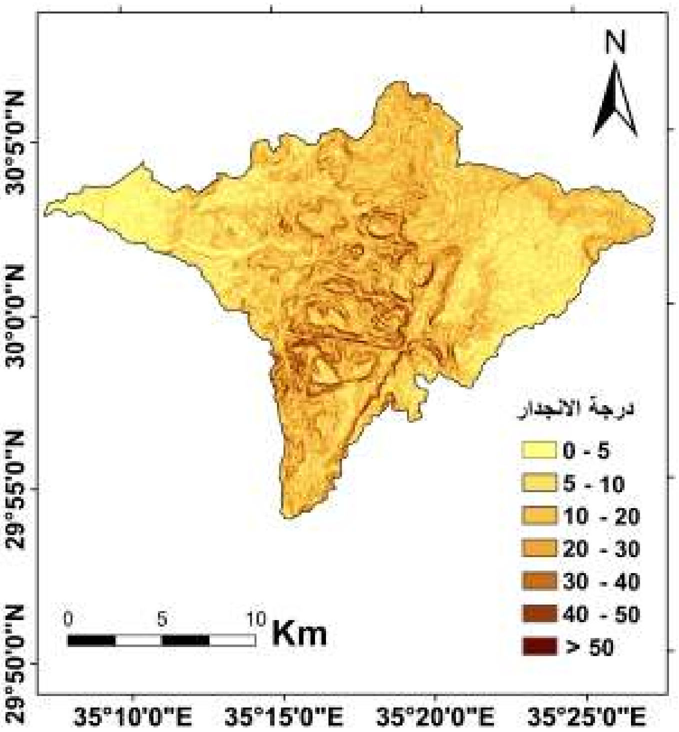
6. 4. 1. 1ـ الخصائص المورفومترية الأساسية:

1ـ المساحة (A):

تعد كل أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر من الأحواض صغيرة المساحة، إذ يتضح من (جدول52) أن مساحتها تتراوح ما بين3.17 ـ 20.91كم^2 ، وأصغر هذه الأحواض مساحةً، الحوض 3، وأكبرها الحوض 1.



شكل (111) الارتفاع (متر) في حوض وادي الركية ـ الأحيمر



شكل (112) انحدار السطح في حوض وادي الركية ـ الأحيمر (درجة)

2- المحيط (P) :

يتراوح طول محيط أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر ما بين أقله للحوض 3 ويبلغ 8.80كم، وأكبره للحوض 1 ويبلغ 21.73كم (جدول52).

3- طول الحوض (L_b) :

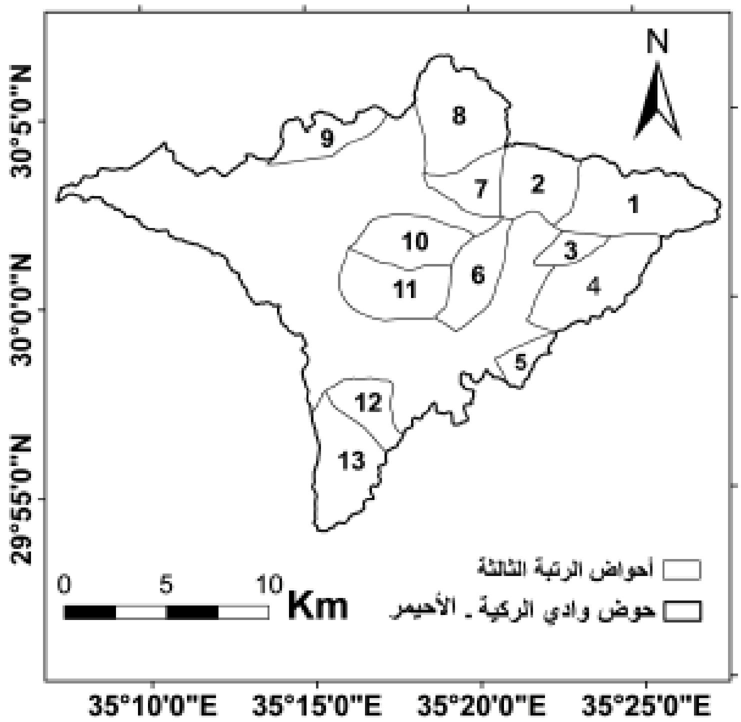
يتضح من (جدول52) أن أقل أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر طولاً الحوض 5، إذ يبلغ طوله 3.02كم، في حين سجّل الحوض 1 أكبر طول حيث يبلغ طوله 8.19كم.

4- عدد المجاري المائية (N_u):

يتراوح عدد المجاري في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر ما بين أقله في الحوض 9 وعددها 8 مجاري مائية، وأعلاه في الحوض 1 وعددها 26 مجرى (جدول52)، وللتعرف على أعداد المجاري على مستوى الرتب في هذه الأحواض (ملحق5).

5- أطوال المجاري المائية (L_u) :

يتبين من (جدول52) أن طول المجاري المائية في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر يتراوح ما بين 5.12 ـ 27.39كم، وأن أقل طول للمجاري المائية في الحوض 5 وأكبر طول لها في الحوض 1، وللتعرف على أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب في هذه الأحواض (ملحق5) .



شكل (113) أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر

جدول (52) الخصائص المورفومترية لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر

المتغيرات / الحوض	الخصائص المورفومترية الأساسية					الخصائص المورفومترية الخطية					الخصائص المورفومترية الشكلية				
	A	P	L_b	L_u	N_u	R_b	D_d (Km/Km2)	F_s (Nu/Km2)	D_t	L_o	S_f	R_f	R_e	C_c	R_c
1	20.91	21.33	8.19	27.39	26	3.78	1.31	1.24	1.22	0.66	3.20	0.31	0.39	1.31	0.57
2	12.28	14.16	4.44	18.77	17	3.23	1.53	1.40	1.20	0.77	1.60	0.62	0.53	1.14	0.77
3	3.17	8.80	3.98	6.04	9	2.72	1.90	2.84	1.02	0.94	4.99	0.20	0.56	1.39	0.51
4	16.97	18.61	7.763	27.95	21	4.00	1.65	1.24	1.13	0.83	3.55	0.28	0.40	1.27	0.61
5	3.65	9.04	3.02	5.12	9	2.72	1.4	2.46	0.99	0.70	2.49	0.40	0.65	1.33	0.56
6	10.37	14.88	5.78	14.97	16	5.75	1.44	1.54	1.07	0.72	3.22	0.31	0.47	1.30	0.59
7	7.30	12.58	3.79	11.93	13	4.40	1.63	1.78	1.03	0.81	1.96	0.51	0.58	1.31	0.58
8	19.61	18.08	5.41	25.40	22	5.52	1.29	1.21	1.21	0.64	1.49	0.67	0.48	1.15	0.75
9	8.20	16.24	6.38	10.40	8	2.35	1.27	0.97	0.49	0.63	4.96	0.20	0.44	1.60	0.39
10	11.17	14.26	6.11	14.62	15	4.84	1.31	1.34	0.98	0.65	3.34	0.29	0.45	1.20	0.69
11	13.74	15.56	5.70	15.78	12	3.96	1.15	0.87	0.77	0.57	2.36	0.42	0.47	1.18	0.71
12	7.38	11.90	3.96	9.04	12	3.96	1.22	1.62	1.00	0.61	2.12	0.47	0.56	1.23	0.65
13	15.31	18.12	6.56	17.97	25	4.82	1.17	1.63	1.38	0.58	2.81	0.35	0.44	1.30	0.58

6. 4. 1. 2 ـ الخصائص المورفومترية الخطية :

1ـ كثافة التصريف (D_d):

يتضح من (جدول52) أن كثافة التصريف في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر تتراوح ما بين 1.15 ـ 1.90كم/كم^2 حيث سجل الحوض 11 أقل قيمة لكثافة التصريف، في حين سجل الحوض 3 أعلى قيمة لها .

2 ـ التكرار النهري (F_s) :

تتراوح قيم التكرار النهري في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر ما بين أدناها 0.87 في الحوض 11، وأعلاها 2.84 في الحوض 3، (جدول52).

3ـ نسبة التشعّب (R_b) :

يتضح من (جدول52) أن نسبة التشعب في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر، تتراوح ما بين أقلها 2.35 في الحوض 9، وأعلاها 5.75 في الحوض 6 .

4- طول الجريان الصفائحي (L_0):

تتراوح قيم هذا المتغير في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر ما بين 0.57 في الحوض11 وهي أقل قيمة، و0.94 في الحوض 3 وهي أعلى قيمة (جدول52) .

5- نسيج الحوض (D_t):

تتراوح قيم نسيج الحوض في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر ما بين 0.49 - 1.38 (جدول52)، وتشير هذه القيم بحسب تصنيف (Smith,1950) للأحواض المائية بناءً على نسيج الحوض (جدول8)، إلى أن هذه الأحواض ذات نسيج خشن جدًّا.

6. 4. 1. 3- الخصائص المورفومترية الشكلية:

1- نسبة الاستطالة (R_e):

يتضح من (جدول52) أن نسبة استطالة أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر، تتراوح ما بين 0.39 - 0.65، وبناءً على هذه القيم، ووفقًا لتصنيف (Schumm,1956) للأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة (جدول6)، تُعد الأحواض 1، 4، 6، 8، 9، 10، 11، 13 أحواض ذات شكلٍ أكثرَ استطالة، بينما تُعد الأحواض 2، 3، 5، 7، 12 ذات شكل مستطيل، أي: إن كل أحواض الرتبة الثالثة في هذا الحوض، أحواض ممتدة تحتاج إلى مدة زمنية أطول للوصول إلى قمة الجريان .

2- نسبة الاستدارة (R_c):

تتراوح نسبة استدارة أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر ما بين أدناها 0.39 في الحوض 9، وأعلاها 0.77 في الحوض 2 (جدول52)، وتشيرهذه القيم إلى أنها أحواض مستطيلة الشكل.

3- Form factor (R_f):

يتضح من (جدول52) أن قيم From factor لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر تتراوح ما بين 0.20 للحوض 3، 9، و 0.67 ، للحوض 8.

4- Shape factor (Sf) :

يتضح من (جدول52) أن قيم متغير Shape factor لأحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر تتراوح ما بين 1.49 ـ 4.99 إذ كانت أقل قيمة لهذا المتغير في الحوض 8، وأعلى قيمة له في الحوض 3.

5 ـ معامل الاندماج (C_c) :

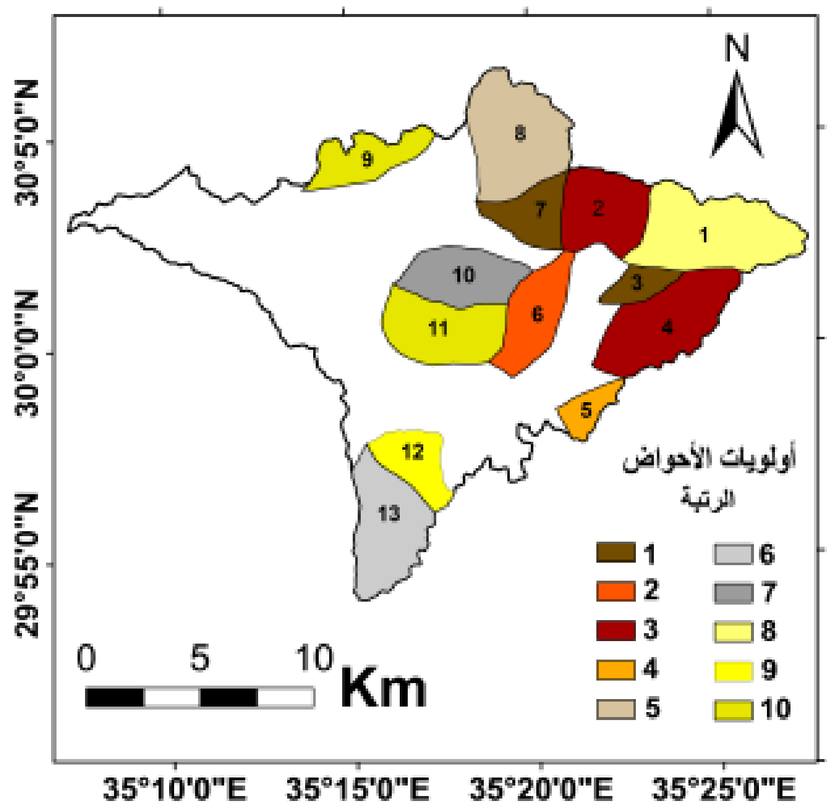
تتراوح قيم معامل الاندماج في أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر ما بين 1.14 - 1.60، (جدول52) إذ سجل الحوض 2 أدنى قيمة، والحوض 9 أعلى قيمة لمعامل الاندماج.

6. 4. 2- حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه:

بعد ترتيب المتغيرات الداخلة في حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر، وحساب العامل المركب لها (جدول53)، تبين من هذا الجدول أن الحوض 3، والحوض 7 قد تحصلا على أدنى قيمة للعامل المركب 4.90، وبالتالي فقد حصلا على الرتبة الأولى، أي: الأولوية 1 من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، بمعنى أن الحوضين 3،7 من أكثر أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر عرضة لإنجراف التربة، وأكثرها حاجة لتدابير صيانة التربة والمياه، ويأتي في الرتبة الثانية من حيث الأولوية الحوض 6 إذ بلغت قيمة العامل المركب 5.40، ثم الحوضين 2، 4 في الرتبة الثالثة، وهكذا (شكل114)، ومن خلال نتائج حساب أولويات أحواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر، تبين أن هذه الأحواض التي كانت لها الأولوية من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، من بين الأحواض التي لها قيم عالية من حيث كثافة التصريف، والتكرار النهري (جدول52)، مما يؤكد العلاقة الطردية بين الخصائص المورفومترية الخطية، وبين معدلات انجراف التربة.

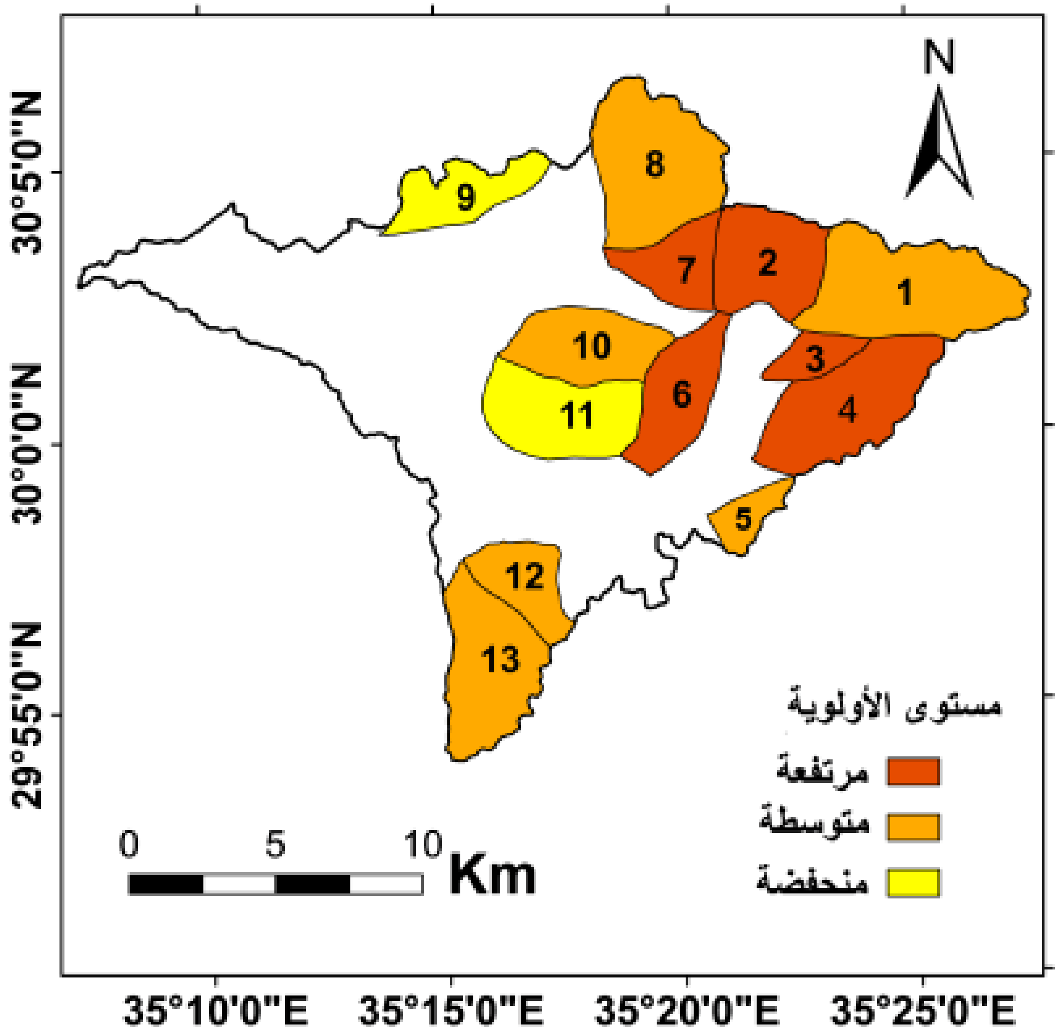
جدول (53) حساب العامل المركب، وأولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض وادي الركية - الأحيمر

المتغيرات / الحوض	الخصائص المورفومترية الخطية					الخصائص المورفومترية الشكلية					العامل المركب	رتبة الأولوية	مستوى الأولوية
	R_b	D_d (Km/Km^2)	F_s (Nu/Km^2)	D_t	L_o	S_f	R_f	R_e	C_c	R_c			
1	8	7	9	2	7	6	8	10	4	9	7.00	8	متوسطة
2	9	4	7	4	4	12	2	4	11	1	5.80	3	مرتفعة
3	10	1	1	8	1	1	11	3	2	11	4.90	1	مرتفعة
4	6	2	9	5	2	3	10	9	6	6	5.80	3	مرتفعة
5	10	6	2	10	6	8	6	1	3	10	6.20	4	متوسطة
6	1	5	6	6	5	5	8	6	5	7	5.40	2	مرتفعة
7	5	3	3	7	3	11	3	2	4	8	4.90	1	مرتفعة
8	2	8	10	3	9	13	1	5	10	2	6.30	5	متوسطة
9	11	9	11	13	10	2	11	8	1	12	8.80	10	منخفضة
10	3	7	8	11	8	4	9	7	8	4	6.90	7	متوسطة
11	7	12	12	12	13	9	5	6	9	3	8.80	10	منخضة
12	7	10	5	9	11	10	4	3	7	5	7.10	9	متوسطة
13	4	11	4	1	12	7	7	8	5	8	6.70	6	متوسطة



شكل (114) أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه في حوض الركية - الأحيمر

وبتصنيف العامل المركب لأحواض الدرجة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر إلى ثلاثة فئات متساوية، لتحديد مستوى أولوية الأحواض من حيث انجراف التربة (أولوية مرتفعة (4 ـ 5.9)، أولوية متوسطة (6 ـ 7.9)، أولوية منخفضة (أكبر من 8) (جدول54)، تبين أنّ الأحواض 2، 3، 4، 6، 7، ذات أولوية مرتفعة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه، وأن الأحواض 1، 5،8، 10، 12، 13، ذات أولوية متوسطة، وأما الحوضين 9 ، 11، فأولويّتُهما منخفضة (شكل115).



شكل (115) مستويات أولويات أحواض الرتبة الثالثة من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه

في حوض الركية ـ الأحيمر

الفصل السابع

تقدير قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة في أحواض وادي الكفرين ووادي اليتم ووادي راجل

7 . 1 - خطوات تقدير قابلية الأحواض المائية للفيضانات الوامضة

7 . 2 - تقدير قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين للفيضانات الوامضة

7 . 3 - تقدير قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي اليتم للفيضانات الوامضة

7 .4. تقدير قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل للفيضانات الوامضة

الفصل السابع

تقدير قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة في أحواض وادي الكفرين ووادي اليُتم ووادي راجل

تُعد الفيضانات من أكثر المخاطر البيئية شيوعًا، وأكثرها تأثيرًا على العديد من جوانب الحياة البشرية، والطبيعية، وتتكوّن الفيضانات نتيجة لزيادة حجم المياه في الأحواض المائية الناتج عن غزارة الأمطار، أو عن الأمطار الفُجائية التي تحدث في المناطق الجافة، وشبه الجافة، بشكل لا يتناسب مع القدرة الاستيعابية للمجاري في الحوض، وقد ساهم في زيادة حدوث الفيضانات، وزيادة مخاطرها، وأضرارها الأنشطة البشرية المتمثلة في تغيير استخدامات الأرض، والاستخدام الخاطىء لها في كثيرٍ من الأحيان، (Abduladheem, et al, 2015)

وللحدّ من مخاطر وأضرار الفيضانات بُذلت الكثير من الجهود، وأُجريت العديد من الدراسات المعتمدة على أسلوب الجيومورفولوجية التقليدية مثل دراسة (Rudrialah, et al, 2008) وغيرها، إذ يشمل هذا الأسلوب دراسة خصائص الأحواض المائية التضاريسية، والجيولوجية، والمناخية، وتشمل تحديد رُتبها النهرية، وخصائص شبكتها المائية، ودراسة استخدامات الأرض، والتغيرات التي طَرأت على هذه الاستخدامات، وهذا يحتاج إلى جهد كبير ووقت طويل، وأما في الوقت الحاضر تعتمد الكثير من الدراسات الخاصة بالفيضانات والتنبّؤ بها، وطُرق الحد من آثارها، وتقدير درجة مخاطرها، ودرجة قابلية الأحواض المائية للفيضانات الوامضة، على استخدام الاستشعار عن بُعد، ونظم المعلومات الجغرافية في إعداد قاعدة بيانات للمتغيرات المورفومترية المساحية، والهيدرولوجية، والشكلية، والتضاريسية للأحواض المائية، واستخدام هذه المتغيرات المورفومترية في التنبّؤ بالفيضانات، والحد من آثارها، وتقدير مدى قابلية الأحواض للفيضانات الوامضة، ممّا وفّر الجهد والوقت، ودقة العمل (Yussef, et al 2011).

7 . 1 ـ خطوات تقدير قابلية الأحواض المائية للفيضانات الوامضة :

في هذه الدراسة تمّ تقدير درجة قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة في كلٍّ من: حوض وادي الكفرين، وحوض وادي اليُتم، وحوض وادي راجل، باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد، اعتمادًا على الخصائص المورفومترية المؤثرة في درجة قابلية الأحواض المائية للفيضانات الوامضة، بناءً على الخطوات التالية :

1 ـ استُخدم نظم المعلومات الجغرافية (GIS) اعتمادًا على نموذج الارتفاع الرقمي (DEM) ، في تحديد الشبكة المائية للأحواض الفرعية، وتحديد رُتبها وفقًا لطريقة (Strahler,1957)،

وحساب عدد وطول المجاري فيها، وتحديد حدود الأحواض الفرعية، وحساب مساحتها، ومحيطها، وطولها، وارتفاعها، وانحدارها.

2 ـ حساب قيم المتغيرات المورفومترية الداخلة في تقدير قابلية الأحواض المائية الفرعية للفيضانات الوامضة، وعددها 17 متغيرًا، وفقًا للمعادلات الواردة بـ (جدول54 أ، ب).

ويمكن تقسيم المتغيرات الداخلة في حساب وتقدير القابلية للفيضانات الوامضة إلى مجموعتين:

أ ـ المتغيرات التي لها علاقة طرديّة مع قابلية الأحواض للفيضانات الوامضة، فكلما زادت قيم هذه المتغيرات زادت درجة القابلية للفيضانات الوامضة، وهي: مساحة الحوض، وتضرس الحوض، ونسبة التضرس، والانحدار، ونسبة استدارة الحوض، وكثافة التصريف، والتكرار النهري، والرتبة النهرية، وطول وعدد المجاري المائية.

ب ـ المتغيرات التي لها علاقة عكسية مع قابلية الأحواض للفيضانات الوامضة، وهي: نسبة استطالة الحوض، ومُعامل الشكل، ومُعامل الاندماج، ودرجة الوُعورة، والتكامل الهبسومتري، والرقم الهندسي، وطول الجريان الصفائحي، فكلما زادت قيم هذه المتغيرات انخفضت درجة القابلية للفيضانات الوامضة.

3 ـ اعتمدت هذه الدراسة في تقدير قابلية الأحواض الفرعية للفيضانات الوامضة على **تطبيق طريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية Morphometric ranking method** (Pradhan, 2010; Youssef, et al 2009) وتعتمد هذه الطريقة في حساب وتقدير قابلية الأحواض للفيضانات الوامضة على حساب قيم المتغيرات المورفومترية (جدول55)، ثُم يُؤخذ من هذه المتغيرات المورفومترية عدد 17 متغيرًا (جدول54 أ، ب) ليتم تصنيف قيم كل متغير منها إلى خمس فئات، بناءً على المعادلة التالية:

(Max – Min)/5 حيث إن :

Max = أعلى قيمة للمتغير   Min = أقل قيمة للمتغير

جدول (54) المتغيرات المورفومترية الداخلة في تقدير قابلية الأحواض المائية للفيضانات الوامضة:

(أ) المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة الطردية مع قابلية الأحواض للفيضانات الوامضة

ر.م	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	المعادلة	المصدر
1	مساحة الحوض	A	مساحة الحوض كم^2	برامج GIS
2	تضرس الحوض	B_h	$B_h = H - h$ H = أعلى ارتفاع في الحوض h = أدنى ارتفاع في الحوض	Schumm (1963)
3	نسبة التضرس	R_r	$R_r = H / L_b$ H = تضرس الحوض (م) (الفرق بين أعلى ارتفاع وأقل ارتفاع في الحوض) L_b = طول الحوض (كم) .	Schumm (1963)
4	انحدار الحوض (درجة)	S_w	$S_w = B_h / L_b * 60$ Bh = الارتفاع (المسافة الرأسية) Lb = طول الحوض (المسافة الأفقية)	Horton (1945)
5	نسبة الاستدارة	R_c	$R_c = 4*3.14*A/P^2$ A = مساحة الحوض(كم^2) P^2 = مربع محيط الحوض (كم^2)	Miller(1953), Strahler(1964)
6	كثافة التصريف	D_d	$D_d = L_u / A$ L_u= (المجموع الكلي لطول المجاري المائية في الحوض). A = مساحة الحوض (كم^2).	Horton (1945)
7	التكرار النهري	F_s	$F_s = N_u / A$ N_u = إجمالي عدد المجاري المائية في الحوض . A = مساحة الحوض (كم^2)	Horton (1932)
8	الرتبة النهرية	u	حسبت وفقًا لطريقة(Strahler (1957	برامج GIS
9	عدد المجاري المائية	N_u	المجموع الكلي لعدد المجاري في الحوض	برامج GIS
10	طول المجاري المائية	L_u	المجموع الكلي لطول المجاري في الحوض	برامج GIS

جدول (54) المتغيرات المورفومترية الداخلة في تقدير قابلية الأحواض المائية للفيضانات الوامضة:

(ب) المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة العكسية مع قابلية الأحواض للفيضانات الوامضة

ر.م	المتغيرات	رمز المتغير	المعادلة	المصدر
1	نسبة الاستطالة	R_e	$R_e = 1.128 * \sqrt{A} / L_b$ A = مساحة الحوض (كم^2) . L_b = طول الحوض (كم) .	Schumm (1956)
2	Shape factor / حسب طريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية لتقدير قابلية الأحواض للفيضانات الوامضة تم استخدام هذه المعادلة لاستخراج قيمة هذا المتغير (Pradhan, 2010; Youssef, et al 2009)	S_f	$S_f = A / L_b^2$ A = مساحة الحوض (كم^2) L_b^2 = مربع طول الحوض (كم^2)	Horton (1945)
3	معامل الاندماج	C_c	$Cc=0.2812*P/A^{0.5}$ P= محيط الحوض، A= مساحة الحوض	Horton (1945)
4	درجة الوعورة	R_n	$R_n = D_d*(H/1000)$ D_d = كثافة التصريف . H = الفرق بين أعلى نقطة وأقل نقطة (تضرس الحوض).	Strahler (1957)
5	التكامل الهبسومتري	H_i	$H_i = (\bar{H} - h)/(H-h)$ $\bar{H}$ = متوسط الارتفاع . H = أعلى ارتفاع في الحوض . h = أقل ارتفاع في الحوض.	Strahler (1957,1964)
6	الرقم الهندسي Geometry number	G_n	$Gn= Bh*Dd/Sw$ Bh = الارتفاع (تضرس الحوض) Dd= كثافة التصريف Sw = انحدار الحوض (درجة)	Strahler(1958)
7	طول الجريان الصفائحي	L_o	$L_o = 1/2\ D_d$ $1/2\ D_d$ = نصف قيمة كثافة التصريف	Horton (1945)

إذ يتم وفق هذه المعادلة ترتيب المتغيرات حسب القابلية للفيضانات الوامضة بشكل تصاعدي، ويعني حصول المتغير على رقم (1) في التصنيف أنه منخفض الخطورة، في حين يدل حصول المتغير في التصنيف على رقم (5) أنه ذو خطورة عالية من حيث الفيضانات الوامضة (جدول56) .

وبعد الانتهاء من تصنيف المتغيرات، يتم جمع القيم التي تحصّل عليها كل حوض من الأحواض الفرعية (جدول56)، بحيث يكون الحوض الذي حاز على أكبر مجموع، هو الحوض الذي له قابلية عالية للفيضانات الوامضة، أي: يحتلّ الرتبة الأولى من بين الأحواض الفرعية من حيث القابلية لهذه الفيضانات، والتعرض لمخاطرها، وأما الحوض الذي يحوز على أقل مجموع، فيُعد ذو قابلية منخفضة للفيضانات الوامضة.

ويتم تقسيم هذه المجاميع التي تحصّلت عليها الأحواض إلى ثلاثة فئات متساوية، ثم تُقسم درجة القابلية للفيضانات الوامضة بناءً على هذه الفئات الثلاث إلى ثلاثة مستويات (قابلية منخفضة للفيضانات الوامضة، قابلية متوسطة، قابلية عالية) (Redwan, et al 2015) ويتم إعداد خريطة وفقًا لهذه المستويات توضّح قابلية الأحواض للفيضانات.

7 . 2 - تقدير قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين للفيضانات الوامضة:

تُغطي تكوينات الكريتاسي المكوّنة من الحجر الكلسي، والحجر الرملي، والصّوان، حوالي 84.28% من المساحة الكلية لحوض وادي الكفرين، في حين تُغطي تكوينات العصر الرباعي المكوّنة من مفتتات غير متماسكة من الصخور الرملية، والكلسية، والطينية، والمارل، والكونجلوميرات، نسبة 13.80% من مساحته الكلية (جدول1)، وأما المتوسط السنوي للأمطار في هذا الحوض فيتراوح ما بين 305 ـ 373 ملم (شكل11)، وتشغل تربة البحر المتوسط الحمراء، وتربة البحر المتوسط الصفراء، والتربة الصفراء، وتربة وادي الأردن، حوالي 50.99%، 25.91%، 15.41%، 7.17% على التوالي من المساحة الكلية لحوض وادي الكفرين (جدول3).

وتبلغ المساحة الفعلية التي يشغلها الغطاء النباتي في هذا الحوض نسبة 31.66% من مساحته الكلية (جدول5)، ويتراوح ارتفاع هذا الحوض ما بين 345 ـ 1071م ليكون تضرّسه 1416م (جدول15، شكل116)، فيما تتراوح درجة انحدار السطح فيه ما بين 0 ـ 55° (شكل 117).

وبلغ عدد الأحواض المائية الفرعية في حوض وادي الكفرين 6 أحواض بمساحة إجمالية قدرها 146.602كم^2 أي: ما يعادل 76.96% من المساحة الكلية لهذا الحوض موزّعة على كافة أجزائه من المنبع إلى منطقة المصب (شكل118) .

7 . 2 . 1 - تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين:

7 . 2 . 1 .1 - الخصائص المورفومترية المساحية:

1 - المساحة (A):

تتراوح مساحة الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين ما بين 1.920 – 58.603كم^2، إذ إن أكبرها مساحةً الحوض 2، وأصغرها مساحةً الحوض 4 (جدول55) .

2 - المحيط (P):

يتراوح طول محيط الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين ما بين أقله للحوض 4 ويبلغ 6.000كم، وأكبره للحوض 2 ويبلغ 38.007كم (جدول55) .

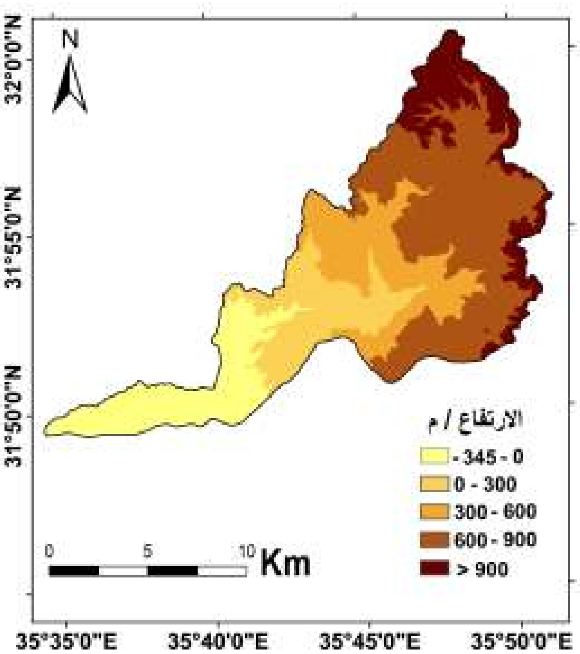
3 - طول الحوض (L_b):

يتضح من (جدول55) أن أقل الأحواض الفرعية طولاً في حوض وادي الكفرين الحوض 4 إذ يبلغ طوله 2.411كم، في حين سجّل الحوض 2 أكبر طول حيث يبلغ طوله 14.433كم.

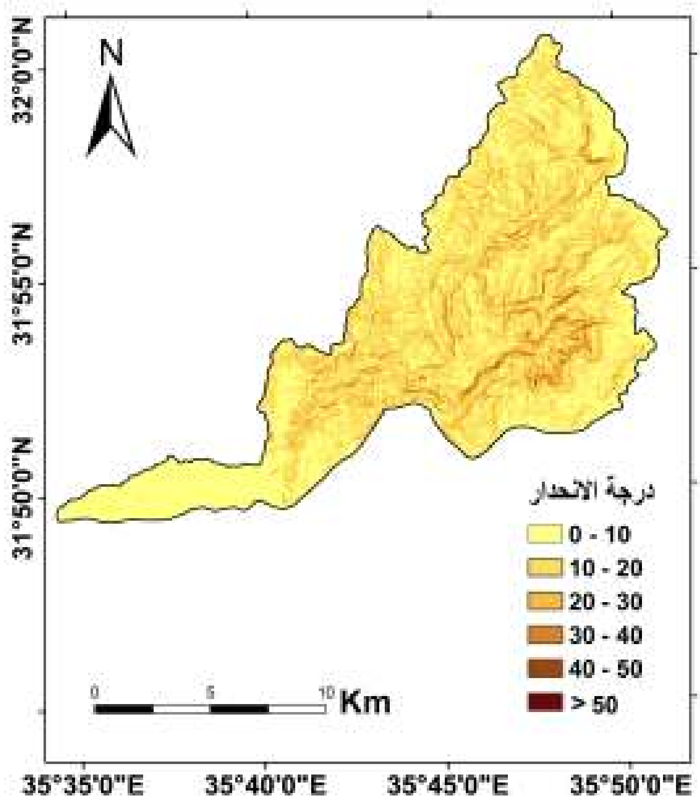
7 . 2 . 1 .2 - الخصائص المورفومترية الشكلية:

1- نسبة الاستطالة (R_e):

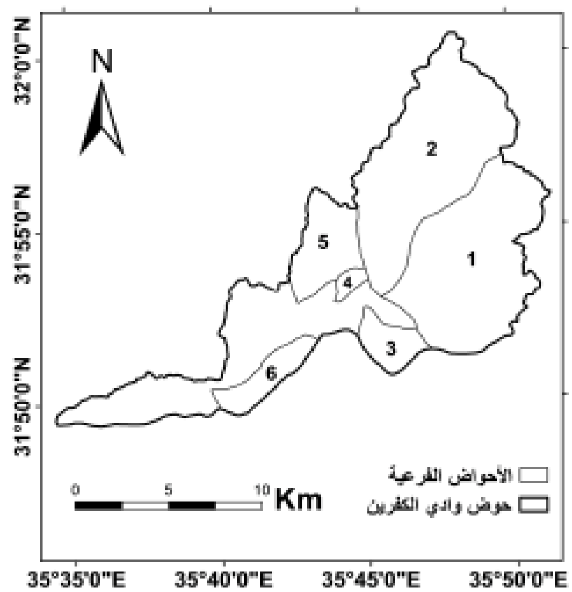
يتضح من (جدول55) أن نسبة استطالة الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين تتراوح ما بين 0.489 - 0.873، ووفقًا لتصنيف(Schumm,1956) للأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة (جدول6)، تُعد هذه الأحواض مستطيلة الشكل ممتدّة، باستثناء الحوض 1 الذي يُعد بيضاوي الشكل، يقترب من الشكل الدائري .



شكل (116) الارتفاع (متر) في حوض وادي الكفرين



شكل (117) انحدار السطح في حوض وادي الكفرين (درجة)



شكل (118) الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين

جدول (55) الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين

المتغيرات المورفومترية	الأحواض المائية الفرعية					
	1	2	3	4	5	6
A	55.589	58.631	7.283	1.920	14.787	8.392
P	34.469	38.007	11.742	6.000	17.246	15.014
L_b	9.629	14.433	3.883	2.411	5.932	6.673
B_h/ م	836	931	731	453	697	427
R_r	0.086	0.064	0.188	0.187	0.117	0.063
S_w	5.209	3.870	10.200	11.273	7.049	3.839
R_n	1.295	0.872	0.991	1.062	1.005	0.825
H_i	0.869	0.860	0.858	0.831	0.837	0.808
G_n	0.248	0.225	0.097	0.094	0.142	0.215
U	4	4	3	3	3	3
N_u	106	102	14	8	23	14
L_u	86.148	80.469	9.879	4.503	21.739	16.224
R_b	4.350	4.29	3.750	2.250	4.25	3.750
$D_d(Km/Km^2)$	1.550	1.372	1.356	2.345	1.470	1.933
$S_f(Nu/Km^2)$	1.906	1.739	1.922	4.166	1.555	1.668
L_o	0.775	0.468	0.678	1.172	0.721	0.966
R_e	0.873	0.601	0.782	0.647	0.730	0.489
R_c	0.587	0.509	0.663	0.669	0.624	0.467
Sf	0.599	0.281	0.483	0.330	0.420	0.188
C_c	1.304	1.400	1.226	1.221	1.265	1.462

2- نسبة الاستدارة (R_c):

تتراوح نسبة استدارة الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين ما بين 0.467 - 0.669 (جدول55) إذ إنّ أقلها من حيث نسبة الاستدارة الحوض 6، وأعلاها الحوض4.

3- Shape factor (S_f):

يتضح من (جدول55) أن قيم **Shape factor** للأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين تتراوح ما بين 0.188 - 0.599، وبناءً على قيم هذا المتغير يلاحظ أن كل الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين أحواض ممتدة مستطيلة الشكل، باستثناء الحوض 1 الذي بلغت قيمة هذا المتغير له 0.599، مما يشير إلى أن هذه الحوض أقرب إلى الاستدارة، وبذلك تتفق مع نتائج نسبة الاستطالة.

4- معامل الاندماج (C_c):

يتضح من (جدول55) أن قيم هذا المتغير تتراوح ما بين أقلها 1.221 في الحوض 4، وأعلاها 1.462 في الحوض 6 .

7 . 2 . 1 .3 - الخصائص المورفومترية التضاريسية:

1- تضرس الحوض (B_h):

يتضح من (جدول55) أن قيم تضرس الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين تتراوح ما بين 427 - 931 م ، إذ يُعد الحوض 2 من أكثر الأحواض تضرّسًا، في حين يُعد الحوض 6 من أقلها تضرّسًا.

2- نسبة التضرس (R_r):

يتبين من (جدول55) أن نسبة التضرس في الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين تتباين تبايُنًا كبيرًا، إذ تتراوح ما بين 0.063 - 0.188، وهي قيم مرتفعة تشير إلى شدة انحدار سطح هذه الأحواض، ونشاط عمليات التعرية المائية فيها.

3- درجة الانحدار (S_W):

تتراوح درجة الانحدار في الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين ما بين أقلها 3.839 في الحوض 6، وأعلاها 11.273 في الحوض 4 (جدول55).

4 - درجة الوُعورة (R_n):

يتضح من (جدول55) أن درجة وعورة الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين تتراوح ما بين 0.825 - 1.295، وتُعد قيم هذا المتغير في هذه الأحواض الفرعية مرتفعة، وفقًا لـ (Strahler,1956)، وبحسب التصنيف الخاص بتصنيف الأحواض المائية بناءً على درجة الوعورة المقترح لمنطقتنا (Farhan, et al 2015) (جدول7)، وهذا يدل على وُعورة السطح في هذه الأحواض، وصعوبة تضاريسها.

5 - التكامل الهبسومتري (H_i):

تتراوح قيم هذا المتغير في الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين ما بين 80.84% - 86.93% (جدول55) مما يدل على أن هذه الأحواض في مرحلة الشباب من دورتها الحَتّية، ولا زالت أجزاء كبيرة من موادها الصخرية، تنتظر الإزالة بفعل عوامل التعرية.

6 - الرقم الهندسي (G_n):

يتضح من (جدول55) أن قيم هذا المتغير تتراوح ما بين أقلها 0.094 في الحوض4، وأعلاها 0.248 في الحوض 1.

4. 1 . 2 . 7 - الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية:

1- رُتب المجاري المائية(u) وأعدادها (N_u) :

وفقاً لطريقة (Strahler,1957) لتحديد رُتب المجاري المائية، يُصنف الحوضين الفرعيّين: 1، و 2، أحواضًا من الرتبة الرابعة، في حين تصنف الأحواض الفرعية 3، 4، 5، 6، أحواضًا من الرتبة الثالثة، بينما يتراوح عدد المجاري المائية في الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين ما بين أقله في الحوض 4 وعددها 8 مجاري، وأعلاه في الحوض 1 وعددها 106 مجرى (جدول55)، وللتعرّف على عدد المجاري على مستوى الرُّتب (ملحق6).

2- أطوال المجاري المائية (L_u):

يتضح من (جدول55) أن طول المجاري المائية في الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين يتراوح ما بين 4.503 - 86.148كم، وأن أقل طول لها في الحوض 4 ، وأكبر طول في الحوض 1، وللتعرّف على طول المجاري على مستوى الرُّتب (ملحق6).

3- نسبة التشعّب (R_b):

تمّ حساب نسبة التشعب على أساس المتوسط الحسابي لنسبة التشعب في كل حوض من الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين، إذ يتضح من (جدول55) أن نسبة التشعب في هذه الأحواض تتراوح ما بين أقلها 2.250 في الحوض 4، وأعلاها 4.350 في الحوض 1.

4 - كثافة التصريف (D_d):

يتضح من (جدول55) أن كثافة التصريف في الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين تتراوح ما بين 1.356 - 2.345 كم / كم^2، حيث سجّل الحوض 3 أقل قيمة لكثافة التصريف، في حين سجّل الحوض 4 أعلى قيمة لها.

5- التكرار النهري (F_s) :

تتراوح قيم التكرار النهري للأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين ما بين أدناها 1.555 في الحوض 5، وأعلاها 4.166 في الحوض 4، (جدول55) .

6- طول الجريان الصفائحي (L_o) :

تتراوح قيم هذا المتغير في الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين ما بين 0.468 وهي أقل قيمة، وسُجّلت في الحوض 2، و1.172 هي أعلى قيمة وسجّلت في الحوض 4 (جدول55).

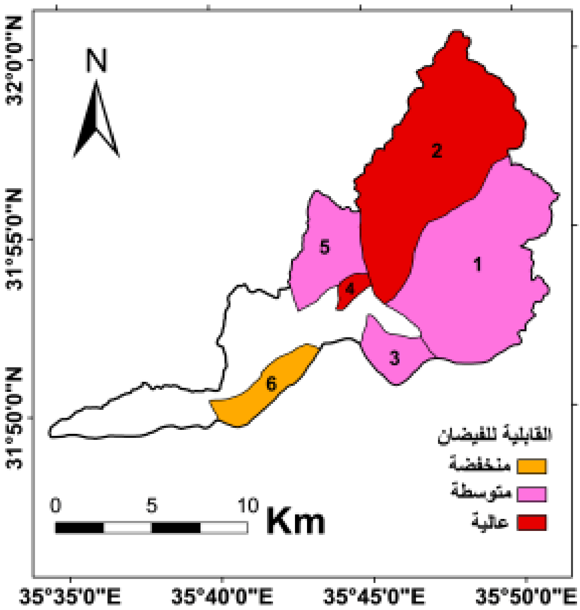
بعد تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين تمّ تقدير قابلية هذه الأحواض للفيضانات الوامضة باتّباع **طريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية** **Morphometric ranking method** (Pradhan, 2010; Youssef, et al 2009)

إذ تم تصنيف وترتيب قيم كل متغير من المتغيرات المورفومترية للأحواض الفرعية الداخلة في تقدير القابلية للفيضانات الوامضة (جدول56) إلى خمس فئات بناءً على معادلة :

(Max – Min)/5 وجمع القيم التي تحصّل عليها كل حوض من الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين (جدول56) تبين أن من أكثر الأحواض الفرعية قابلية للفيضانات الوامضة الحوض 4، ويليه الحوض 2، ثم الحوض 1، بينما يُعد الحوض 6 من أقل الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين قابلية للفيضانات الوامضة (جدول56) وبتصنيف المجاميع التي تحصّلت عليها الأحواض الفرعية إلى ثلاث فئات متساوية حسب درجة القابلية للفيضانات الوامضة (منخفضة، متوسطة، عالية) تبين أن الحوض 6، ذو قابلية منخفضة للفيضانات الوامضة، والأحواض 1، 3، 5، ذات قابلية متوسطة للفيضانات الوامضة، في حين الحوضين: 2، 4، لهما قابلية عالية للفيضانات الوامضة (شكل119).

جدول (56) ترتيب المتغيرات المورفومترية الداخلة في تقدير قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين للفيضانات الوامضة وفقًا للمعادلة (Max – Min)/5

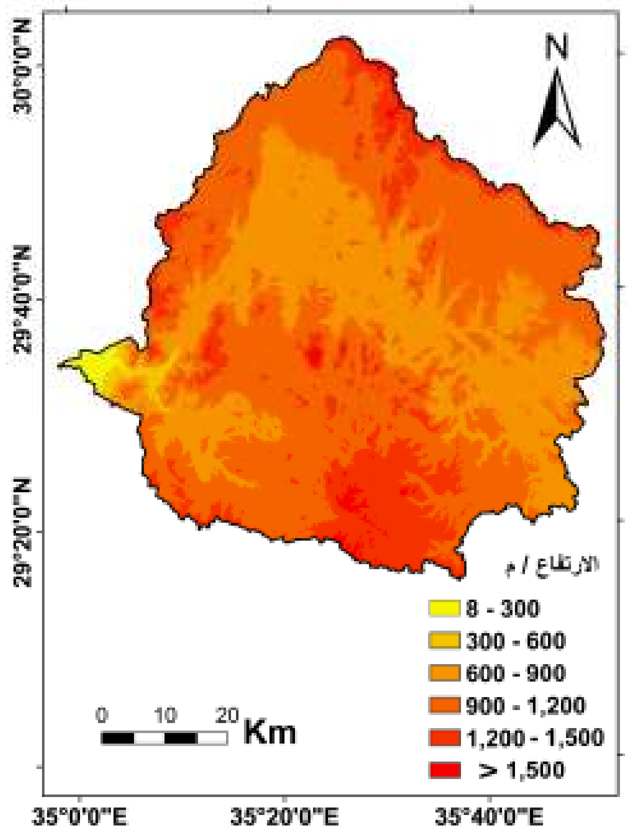
المتغيرات المورفومترية		الأحواض المائية الفرعية					
		1	2	3	4	5	6
المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة الطردية مع قابلية الحوض للفيضانات الوامضة	A	5	5	1	1	2	1
	B_h	5	5	4	1	3	1
	R_r	1	1	5	5	3	1
	D	1	1	5	5	3	1
	R_c	3	2	5	5	4	1
	$D_d(Km/Km^2)$	3	1	2	5	2	4
	Fs (Nu/Km^2)	1	1	1	5	1	1
	U	5	5	1	1	1	1
	N_u	5	5	1	1	1	1
	L_u	5	4	1	1	2	1
المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة العكسية مع قابلية الحوض للفيضانات الوامضة	R_e	1	4	2	3	2	5
	S_f	1	4	2	4	3	5
	C_c	4	2	4	5	4	1
	R_n	1	5	4	3	3	5
	H_i	1	1	1	4	3	5
	G_n	1	1	5	5	4	2
	L_o	3	5	1	4	4	2
المجموع		46	52	45	58	45	38



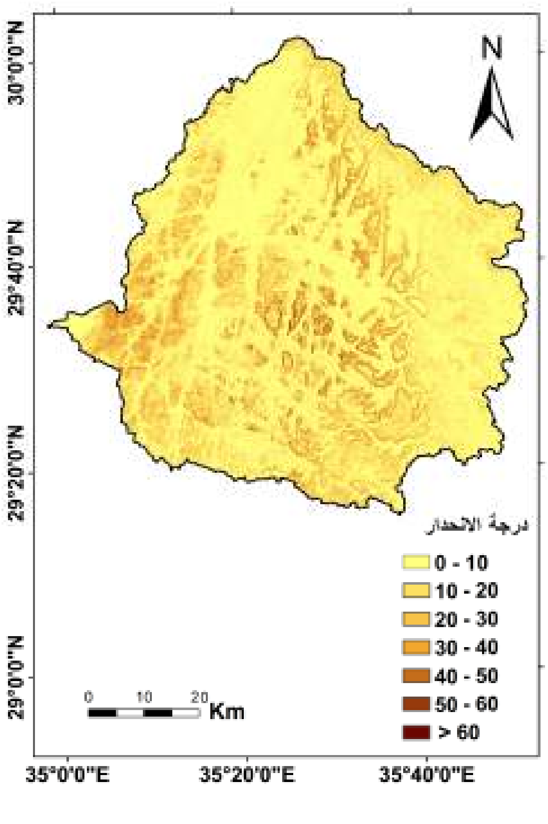
شكل (119) قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين للفيضانات الوامضة وفقًا لطريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية

7. 3 ـ تقدير قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم للفيضانات الوامضة:

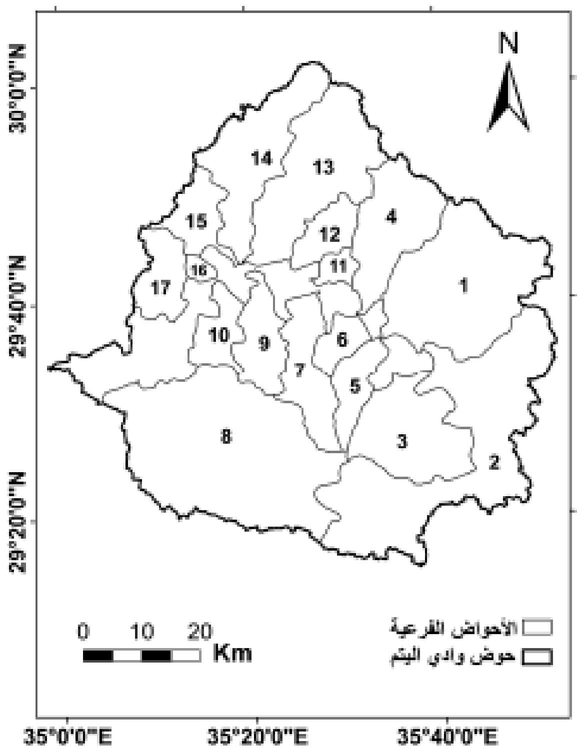
تُغطي الصخور النارية 30.19% من المساحة الكلية لحوض وادي اليُتم، في حين يغطي الحجر الرملي-الناعم والخشن- الحُبيبات الذي يعود إلى العصر الأوردوفيشي حوالي 26.81% من المساحة الكلية لهذا الحوض، وأما تكوينات العصر الرباعي، فتغطي نسبة 41.95% من مساحته الكلية (جدول1)، ويتراوح المتوسط السنوي للأمطار في حوض وادي اليُتم ما بين 3 - 137 ملم (شكل15)، وتشغل التربة الرملية، والتربة الصخرية البازلتية 70.30%، 27.48% من المساحة الكلية لهذا الحوض (جدول3)، فيما تبلغ المساحة الفعلية التي يشغلها الغطاء النباتي من هذا الحوض 5.91% (جدول5)، ويتراوح ارتفاع هذا الحوض ما بين 8 - 1829 م ليكون تضرسه 1821م (جدول22، شكل120)، وأما درجة انحدار السطح فيه فتتراوح ما بين 0 - 76° (شكل121).



شكل (120) الارتفاع (متر) في حوض وادي اليُتم



شكل (121) انحدار السطح في حوض وادي اليتم (درجة)



شكل (122) الأحواض الفرعية في حوض وادي اليتم

ويبلغ عدد الأحواض المائية الفرعية في حوض وادي اليُتم 17 حوضًا، بمساحة إجمالية قدرها 3954كم^2 أي: ما يعادل 89.24% من المساحة الكلية لهذا الحوض، موزّعة على كافة أجزائه من المنبع إلى منطقة المصب (شكل122) .

7. 3. 1 - تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم:

7. 3. 1. 1 - الخصائص المورفومترية المساحية:

1- المساحة (A):

تتراوح مساحة الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم ما بين 18.11 – 770.95كم^2، إذْ إن أكبرها مساحةً الحوض 8، وأصغرها مساحةً الحوض 16 (جدول57).

2- المحيط (P):

يتراوح طول محيط الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم ما بين أقله للحوض 16، ويبلغ 16.92كم، وأكبره للحوض 2 ويبلغ 229.13كم (جدول57).

3- طول الحوض (L_b):

يتضح من (جدول57) أن أقل الأحواض الفرعية طولاً في حوض وادي الُيتم الحوض 16 إذ يبلغ طوله 6.69كم، في حين سجّل الحوض 2 أكبرها طولًا حيث يبلغ طوله 58.07كم.

7. 3. 1. 2 ـ الخصائص المورفومترية الشكلية:

1- نسبة الاستطالة (R_e):

يتضح من (جدول57) أن نسبة استطالة الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم تتراوح ما بين 0.50 – 0.82، ووفقًا لتصنيف(Schumm,1956) للأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة (جدول6)، تتدرّج هذه الأحواض من مستطيلة الشكل إلى أقلّ استطالة، باستثناء الحوض 3 الذي يُعد بيضاوي الشكل، يقترب من الشكل الدائري.

2- نسبة الاستدارة (R_c):

تتراوح نسبة استدارة الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم ما بين 0.16 – 0.79 (جدول57) .إذ إنّ أقلها من حيث نسبة الاستدارة الحوض 2 ، وأعلاها الحوض 16 .

3- Shape factor (S_f):

يتضح من (جدول57) أن قيم Shape factor لهذه الأحواض تتراوح ما بين 0.18 – 0.54، وبناءً على قيم هذا المتغير فإنّ كل الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم أحواض ممتدة مستطيلة الشكل، باستثناء الحوض 3 الذي بلغت قيمة هذا المتغير فيه 0.54، مما يشير إلى أن هذا الحوض أقرب إلى الاستدارة، وبذلك تتفق مع نتائج نسبة الاستطالة.

4- معامل الاندماج (C_c):

يتضح من (جدول57) أن قيم هذا المتغير تتراوح في الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم ما بين أقلها 1.222 في الحوض 15، وأعلاها 2.492 في الحوض 2 .

7. 3. 1. 3- الخصائص المورفومترية التضاريسية:

1- تضرس الحوض (B_h):

يتضح من (جدول57) أن قيم تضرس الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم تتراوح ما بين 608 - 1399م، إذ يعد الحوض 8 من أكثر الأحواض تضرّسًا، ويعد الحوض 16 من أقلها تضرّسًا.

2- نسبة التضرس (R_r):

يتبين من (جدول57) أن نسبة التضرس في الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم تتراوح ما بين 0.016 – 0.090 ، وهي قيم تشير إلى شدة انحدار سطح هذه الأحواض، ونشاط عمليات التعرية المائية فيها .

3- درجة الانحدار (S_w):

تتراوح درجة الانحدار في الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم ما بين أقلها 1.016 في الحوض 2، وأعلاها 4.388 في الحوض 6 (جدول57).

4 - درجة الوعورة (R_n):

يتضح من (جدول57) أن درجة وُعورة الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم تتراوح ما بين 0.77 – 2.23، وبحسب التصنيف الخاص بتصنيف الأحواض المائية بناءً على درجة الوعورة المقترح لمنطقتنا (Farhan, et al 2015) (جدول7)، فإنّ كل الأحواض الفرعية في هذا الحوض ذات أسطح حادّة التضرس .

5 - التكامل الهبسومتري (H_i):

تتراوح قيم هذا المتغير في الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم ما بين 50.60% - 81.30% (جدول57) وتشير هذه القيم إلى أن الأحواض 6، 11، 12، 13، في مرحلة النُّضج من دورتها الحَتّية، وأما باقي الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم فهي في مرحلة الشباب، وتشير إلى أن مواد الأحواض الفرعية التي لا زالت تنتظر الإزلة بفعل عوامل التعرية تُشكّل نسبة تتراوح ما بين 49.40% - 18.70% .

جدول (57) المتغيرات المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي اليتم

المتغيرات المورفومترية	الأحواض المائية الفرعية																
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**
A	488.69	672.96	272.87	239.05	92.51	33.98	164.31	770.95	127.52	86.03	32.80	83.70	367.58	287.75	104.87	18.11	110.33
P	109.76	229.13	80.90	79.94	49.90	59.56	76.71	144.61	62.51	52.12	26.73	42.42	106.80	111.21	63.19	16.92	52.30
L_b	32.83	58.07	22.47	28.90	21.08	11.47	29.41	43.40	21.86	16.68	8.65	15.54	32.92	37.58	16.67	6.69	17.31
B_h	662	984	713	773	863	839	957	1399	974	823	495	667	927	896	675	608	899
R_r	0.020	0.016	0.031	0.026	0.040	0.073	0.032	0.032	0.044	0.049	0.056	0.042	0.028	0.023	0.040	0.090	0.051
W_s	1.209	1.016	1.903	1.604	2.455	4.388	1.952	1.934	2.673	2.960	3.433	2.575	1.689	1.430	2.429	5.452	3.116
R_n	0.99	1.42	1.00	1.09	1.34	2.23	1.42	2.09	1.46	1.30	0.77	1.04	1.37	1.42	0.98	0.78	1.28
Hi	0.739	0.712	0.756	0.760	0.777	0.673	0.725	0.792	0.703	0.762	0.506	0.626	0.736	0.682	0.806	0.772	0.813
G_n	0.826	1.404	0.528	0.684	0.548	0.508	0.730	1.085	0.546	0.439	0.226	0.404	0.812	0.996	0.405	0.143	0.412
U	6	6	6	5	4	4	4	6	4	4	4	4	5	5	4	4	4
N_u	637	806	332	313	136	71	204	923	155	114	47	111	444	367	133	25	142
L_u	739.23	978.34	386.25	340.79	144.95	90.58	245.18	1158.78	191.39	136.44	51.54	130.68	545.09	459.52	153.95	23.41	158.53
R_b	3.51	3.88	3.13	3.94	4.87	3.82	7.60	3.78	4.99	4.49	3.34	4.52	4.49	4.20	4.85	2.55	4.82
D_d Km/Km^2	1.51	1.45	1.41	1.42	1.56	2.66	1.49	1.50	1.50	1.58	1.57	1.56	1.48	1.59	1.46	1.29	1.43
F_s Nu/Km^2	1.30	1.19	1.21	1.30	1.47	2.08	1.24	1.19	1.21	1.32	1.43	1.32	1.20	1.27	1.26	1.38	1.28
L_o	0.75	0.72	0.70	0.71	0.78	1.33	0.74	0.75	0.75	0.79	0.78	0.78	0.74	0.79	0.73	0.64	0.71
R_e	0.75	0.50	0.82	0.60	0.51	0.57	0.48	0.72	0.58	0.62	0.74	0.66	0.65	0.50	0.69	0.71	0.68
R_c	0.50	0.16	0.52	0.46	0.46	0.12	0.35	0.46	0.40	0.39	0.57	0.58	0.40	0.29	0.32	0.79	0.50
S_f	0.453	0.199	0.540	0.286	0.208	0.258	0.189	0.409	0.266	0.309	0.438	0.346	0.339	0.203	0.377	0.404	0.368
C_c	1.401	2.492	1.381	1.458	1.463	2.883	1.688	1.469	1.561	1.585	1.317	1.308	1.571	1.849	1.741	1.122	1.405

5 - الرقم الهندسي (G_n):

يتضح من (جدول57) أن قيم هذا المتغير تتراوح ما بين أقلها 0.226 في الحوض 11 ، وأعلاها 1.404 في الحوض 2.

7. 3. 1. 4 - الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية:

1- رُتب المجاري المائية (u) وأعدادها (N_u) :

وفقاً لطريقة (Strahler,1957) لتحديد رُتب المجاري المائية، تُصنّف الأحواض الفرعية 1، 2، 3، 8، أحواضًا من الرتبة السادسة، في حين تصنف الأحواض الفرعية 4، 13، 14، أحواضًا من الرتبة الخامسة، بينما تصنف الأحواض 5، 6، 7، 9، 10، 11، 13، 15، 16، 17 أحواضًا من الرتبة الرابعة، ويتراوح عدد المجاري المائية في الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم ما بين أقله في الحوض 16 وعددها 25 مجري، وأعلاه في الحوض 8 وعددها 923 مجرى (جدول57)، وللتعرّف على عدد المجاري المائية على مستوى الرّتب (ملحق7).

2- أطوال المجاري المائية (L_u):

يتضح من (جدول57) أن طول المجاري المائية في الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم يتراوح ما بين 23.41 – 1158.78كم، وأن أقل طول للمجاري المائية في الحوض 16، وأكبر طول لها في الحوض 8 ، وللتعرّف على طول المجاري المائية على مستوى الرُّتب (ملحق7).

3- نسبة التشعّب (R_b):

تمّ حساب نسبة التشعب على أساس المتوسط الحسابي لنسبة التشعب في كل حوض من الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم، إذ يتضح من (جدول57) أن نسبة التشعب في هذه الأحواض تتراوح ما بين أقلها 2.55 في الحوض 16، وأعلاها 7.60 في الحوض 7.

4- كثافة التصريف (D_d):

يتضح من (جدول57) أن كثافة التصريف في هذه الأحواض تتراوح ما بين 1.29 – 2.66 كم/كم^2 حيث سجّل الحوض 16 أقلّ قيمة لكثافة التصريف، في حين سجّل الحوض 6 أعلى قيمة لها.

5- التكرار النهري (F_s):

تتراوح قيم التكرار النهري في الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم ما بين أدناها 1.19 في الحوضين: 2، 8، وأعلاها 2.08 في الحوض 6، (جدول57).

6- طول الجريان الصفائحي (L_0):

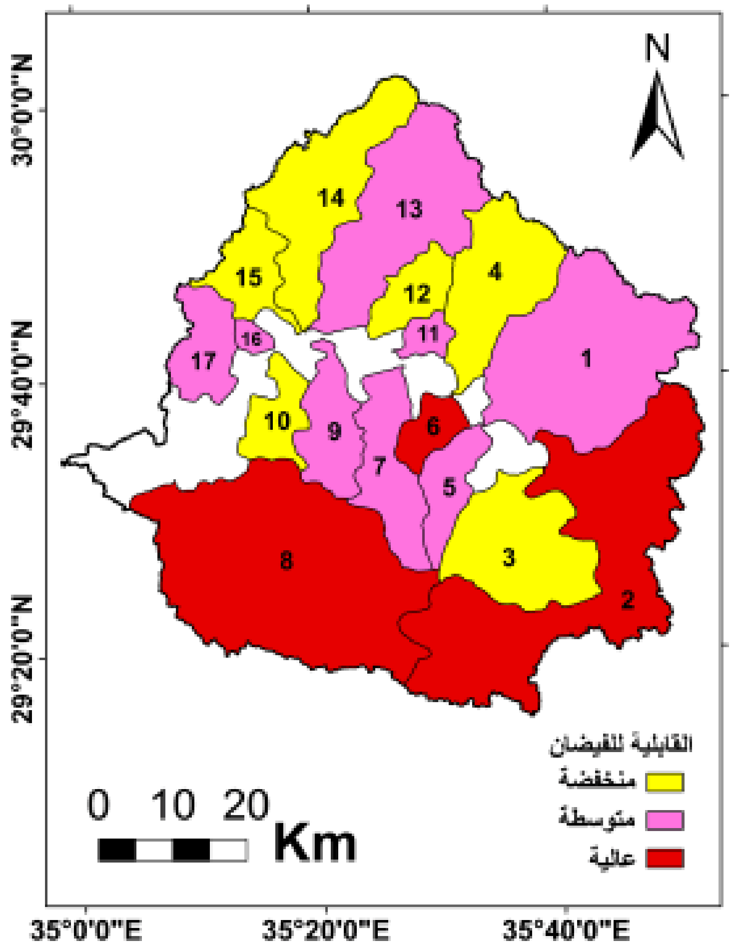
تتراوح قيم هذا المتغير في الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم ما بين 0.64 - 1.33 إذْ أقل قيمة لها سُجلت في الحوض 16، وأعلى قيمة في الحوض 6 (جدول57).

بعد تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم تمّ تقدير قابلية هذه الأحواض للفيضانات الوامضة باتّباع **طريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية** **Morphometric ranking method** (Pradhan, 2010; Youssef, et al 2009)، إذ تم تصنيف وترتيب قيم كل متغير من المتغيرات المورفومترية للأحواض الفرعية الداخلة في تقدير القابلية للفيضانات الوامضة (جدول58) إلى خمس فئات بناءً على معادلة :

(Max – Min)/5 وجمع القيم التي تحصّل عليها كل حوض فرعي (جدول58) تبيّن أن من أكثر الأحواض الفرعية قابلية للفيضانات الوامضة في حوض وادي اليُتم الحوض 8، ويليه الحوض 2، ثم الحوض 6، بينما يُعد الحوض 15 من أقل الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم قابلية للفيضانات الوامضة (جدول58)، وبتصنيف المجاميع التي تحصّلت عليها الأحواض الفرعية إلى ثلاث فئات متساوية حسب درجة القابلية للفيضانات الوامضة (منخفضة، متوسطة، عالية) تبين أن الأحواض 3، 4، 12،10، 14، 15، ذات قابلية منخفضة للفيضانات الوامضة، والأحواض 1، 5، 7، 9، 11، 13، 16، 17، ذات قابلية متوسطة للفيضانات الوامضة، في حين الأحواض 6، 2، 8، لها قابلية عالية للفيضانات الوامضة (شكل123).

جدول (58) ترتيب المتغيرات المورفومترية الداخلة في تقدير قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي اليُتم للفيضانات الوامضة وفقًا للمعادلة (Max – Min)/5

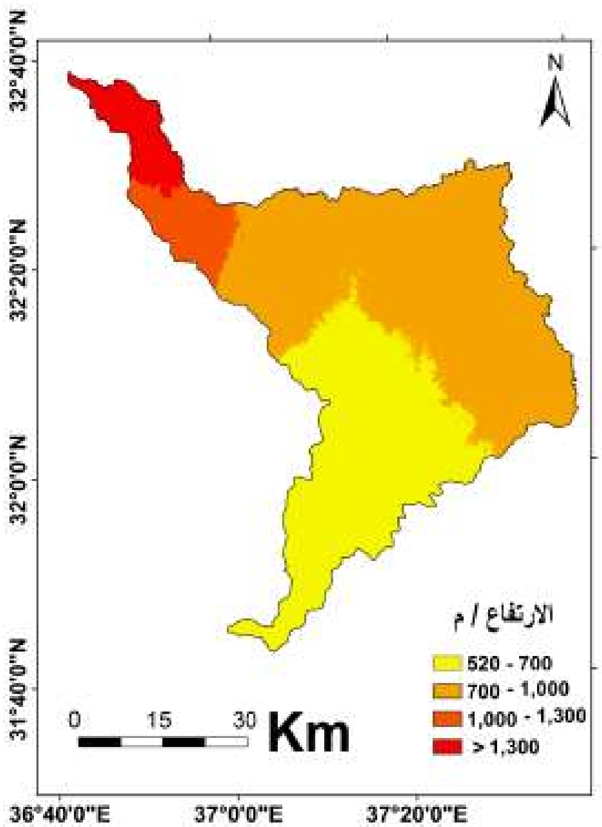
الأحواض المائية الفرعية																	المتغيرات المورفومترية	
17	**16**	**15**	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**		
1	1	1	2	3	1	1	1	1	5	1	1	1	2	2	5	4	A	المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة الطردية مع قابلية الحوض للفيضانات الوامضة
3	1	1	3	3	1	1	2	3	5	3	2	3	2	2	3	1	B_h	
3	5	2	1	1	2	3	3	2	2	2	4	2	1	2	1	1	R_r	
3	5	2	1	1	2	3	3	2	2	2	4	2	1	1	1	1	S_w	
3	5	2	1	3	4	4	3	3	3	2	1	3	3	3	1	3	R_c	
1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	5	1	1	1	1	1	$D_d(Km/Km^2)$	
1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	5	2	1	1	1	1	$Fs(Nu/Km^2)$	
1	1	1	3	3	1	1	1	1	5	3	3	3	1	5	5	5	U	
1	1	1	2	3	1	1	1	1	5	1	1	1	2	2	5	4	N_u	
1	1	1	2	3	1	1	1	1	5	1	1	1	2	2	5	4	L_u	
3	2	2	5	3	3	2	3	4	2	5	4	5	4	1	5	2	R_e	المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة العكسية مع قابلية الحوض للفيضانات الوامضة
3	2	3	1	3	3	2	4	4	2	5	5	5	4	1	5	2	S_f	
5	5	4	3	4	5	5	4	4	5	4	1	5	5	5	3	5	C_c	
2	1	1	3	2	1	1	2	3	5	3	5	2	2	1	3	1	R_n	
1	1	1	3	2	4	5	1	2	1	2	3	1	1	1	2	2	H_i	
4	5	4	2	3	4	5	4	4	2	3	4	4	3	4	1	3	G_n	
5	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	1	4	5	5	5	5	L_o	
41	44	33	39	44	39	43	40	42	56	44	50	45	40	39	52	45	**المجموع**	



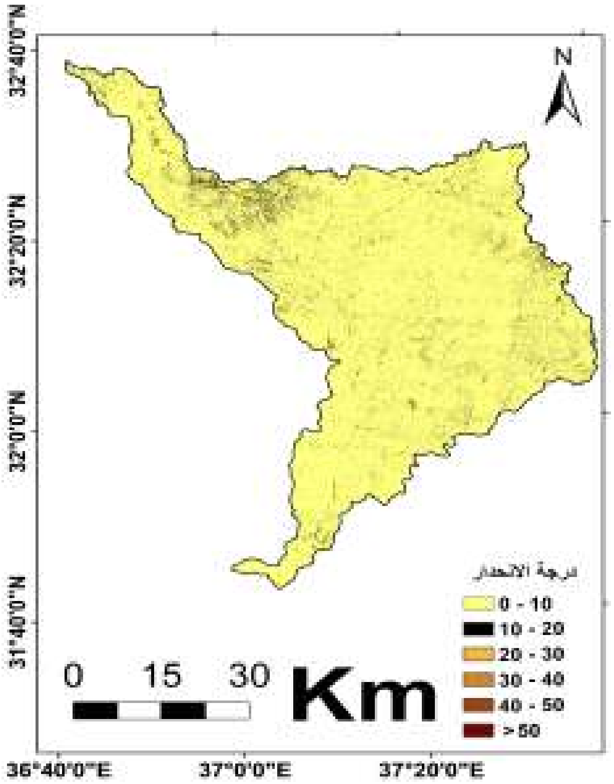
شكل (123) قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي اليتم للفيضانات الوامضة وفقًا لطريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية

7. 4 - تقدير قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل للفيضانات الوامضة:

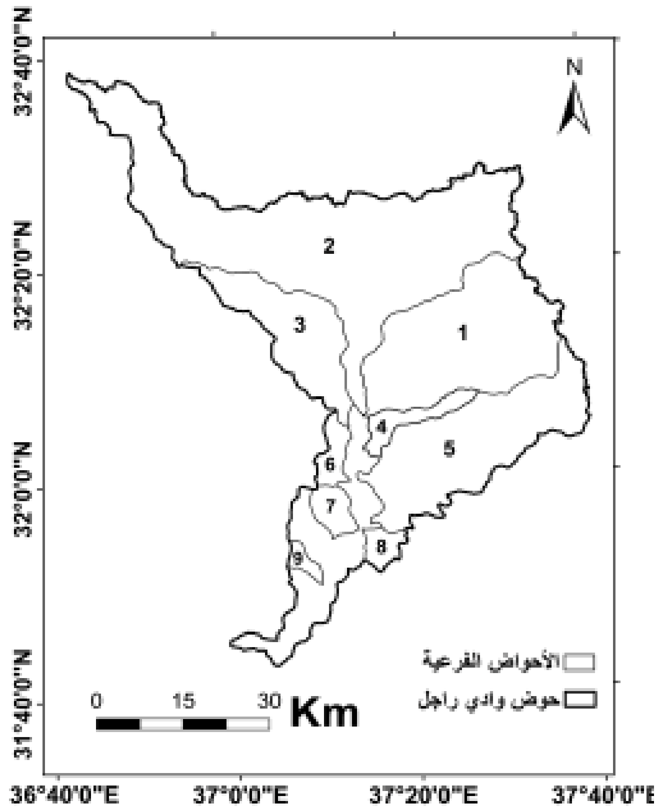
يُغطّي البازلت الناتج عن التدفّقات البُركانية حوالي 86.21% من المساحة الكلية لحوض وادي راجل، في حين تُغطي تكوينات العصر الثُّلاثي المكوّنة من الحجر الكلسي، والحجر الرملي، والمارل، والطابشير، وتكوينات العصر الرباعي غير المتماسكة حوالي 10.71%، 3.07% على التوالي من المساحة الكلية لهذا الحوض (جدول1)، ويتراوح المتوسط السنوي للأمطار في حوض وادي راجل ما بين 3 - 137ملم(شكل17)، وتشغل التربة الرمادية93.81% من المساحة الكلية لهذا الحوض (جدول3)، ويتميّز حوض وادي راجل بقلة الغطاء النباتي، إذْ لا تتعدّى المساحة المغطاة فعليًّا بالنباتات 0.40% من مساحته الكلية (جدول4)، ويتراوح ارتفاع هذا الحوض ما بين 520 - 1708م ليكون تضرّسه 1188م (جدول 25، شكل124)، فيما تتراوح درجة انحدار السطح فيه ما بين 0 - 58° (شكل125)، وبلغ عدد الأحواض المائية الفرعية في حوض وادي راجل 9 أحواض بمساحة إجمالية، قدرها 2915.679كم^2 أي: ما يعادل 90.72% من مساحته الكلية، موزّعة على كافة أجزائه من المنبع إلى منطقة المصب (شكل126) .



شكل (124) الارتفاع (متر) في حوض وادي راجل



شكل (125) انحدار السطح في حوض وادي راجل (درجة)



شكل (126) الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل

7. 4. 1 - تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي راجل:

7. 4. 1. 1 - الخصائص المورفومترية المساحية:

1- المساحة (A):

تتراوح مساحة الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل ما بين 20.08 – 1263.64كم^2، إذ إن أكبرها مساحةً الحوض 2، وأصغرها مساحةً الحوض 9 (جدول59) .

2 - المحيط (P):

يتراوح طول محيط الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل ما بين أقله للحوض 9 ويبلغ 22.46كم، وأكبره للحوض 2، ويبلغ 292.85كم (جدول59) .

3- طول الحوض (L_b):

يتضح من (جدول59) أن أقل الأحواض الفرعية طولاً في حوض وادي راجل الحوض 8، إذ يبلغ طوله 8.16كم، في حين سجّل الحوض 2 أكبر طولًا، حيث يبلغ طوله 87.71كم .

7. 4. 1. 2 - الخصائص المورفومترية الشكلية:

1- نسبة الاستطالة (R_e):

يتضح من (جدول59) أن نسبة استطالة الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل تتراوح ما بين 0.39 – 0.86، ووفقًا لتصنيفSchumm(1956) للأحواض المائية بناءً على نسبة الاستطالة (جدول6)، تتدرّج هذه الأحواض من مستطيلة الشكل إلى أقل استطالة، باستثناء الحوضين: 7، 8، فهما ذات شكل بيضاوي، يقترب من الشكل الدائري.

2- نسبة الاستدارة (R_c):

تتراوح نسبة استدارة هذه الأحواض الفرعية ما بين 0.18 – 0.74 (جدول59).

جدول (59) الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي راجل

المتغيرات المورفومترية	الأحواض المائية الفرعية								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	610.33	1263.64	288.52	65.88	528.68	49.35	50.669	38.25	20.36
P	118.95	292.85	100.88	54.22	139.83	36.96	29.24	28.34	22.46
L_b	39.65	87.71	42.28	22.81	58.79	12.55	9.27	8.16	8.54
B_h	430	1098	614	168	417	71	106	71	109
Rr	0.010	0.012	0.014	0.007	0.007	0.006	0.011	0.008	0.012
S_w	0.650	0.751	0.869	0.441	0.425	0.339	0.686	0.521	0.765
Rn	0.67	1.71	0.98	0.24	0.62	0.09	0.16	0.10	0.17
H_i	0.773	0.765	0.763	0.750	0.500	0.830	0.801	0.854	0.831
G_n	1.038	2.280	1.144	0.620	1.461	0.293	0.245	0.201	0.223
u	6	6	5	4	6	4	4	4	4
N_u	656	1357	317	81	610	60	56	52	27
L_u	959.48	1968.398	467.80	97.360	789.63	68.93	80.42	56.75	31.98
R_b	3.65	4.16	4.22	4.47	3.57	3.9	3.79	3.44	2.76
D_d(Km/Km^2)	1.57	1.56	1.62	1.47	1.49	1.40	1.59	1.48	1.57
Fs (Nu/Km^2)	1.07	1.07	1.08	1.22	1.15	1.21	1.10	1.35	1.32
L_o	0.78	0.78	0.80	0.73	0.74	0.69	0.79	0.74	0.78
R_e	0.70	0.45	0.45	0.39	0.43	0.63	0.86	0.85	0.59
R_c	0.54	0.18	0.35	0.28	0.33	0.45	0.74	0.59	0.50
S_f	0.388	0.164	0.161	0.126	0.152	0.313	0.589	0.574	0.279
C_c	1.358	2.324	1.675	1.884	1.716	1.484	1.159	1.293	1.404

3- Shape factor (S_f):

يتضح من (جدول59) أن قيم Shape factor لهذه الأحواض تتراوح ما بين 0.126 – 0.589، وبناءً على قيم هذا المتغير فإن كل الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل أحواض ممتدة مستطيلة الشكل، باستثناء الحوضين: 7، 8، حيث بلغت قيمة هذا المتغير فيهما 0.589، 0.574، على التوالي، مما يشير إلى أنهما أقرب إلى الاستدارة، وهذا ما يؤكد نتائج نسبة الاستطالة .

4- معامل الاندماج (C_c):

يتضح من (جدول59) أن قيم هذا المتغير تتراوح في الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل، ما بين أقلّها 1.293 في الحوض 8، وأعلاها 2.324 في الحوض 2 .

7. 4. 1. 3 - الخصائص المورفومترية التضاريسية:

1- تضرّس الحوض (B_h):

يتضح من (جدول59) أن قيم تضرس الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل تتراوح ما بين 71 - 1098 م، إذ يُعد الحوض 2 من أكثر الأحواض تضرّسًا، والحوض 8 من أقلها تضرّسًا.

2- نسبة التضرّس (R_r):

يتبين من (جدول59) أن نسبة التضرس في الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل تتراوح ما بين 0.006 ـ 0.014، وتشير هذه القيم إلى أن انحدار سطح هذه الأحواض ليس كبيرًا .

4- درجة الانحدار (S_w):

تتراوح درجة الانحدار في الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل، ما بين أقلها 0.339 في الحوض 6، وأعلاها 0.869 في الحوض3 (جدول59).

5- درجة الوُعورة (R_n):

يتضح من (جدول59) أن درجة وعورة الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل، تتراوح ما بين 0.09 ـ 1.71، وبحسب التصنيف الخاص بتصنيف الأحواض المائية بناءً على درجة الوعورة المقترح لمنطقتنا (Farhan, et al 2015) (جدول7)، يُعد الحوض 6 ذو سطح مستوي، في حين تُعد أسطح الأحواض 4، 7، 8، 9، قليلة التضرس، فيما يُعد سطح الحوضين: 1، 5 معتدل التضرس، وأما سطح الحوضين: 3، 2 فهو حادّ التضرس، وحاد التضرس جدًّا على التوالي.

5 - التكامل الهبسومتري (H_i):

تتراوح قيم هذا المتغير في الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل ما بين 50.00% - 85.40% (جدول59) وتشير هذه القيم إلى أن كل الأحواض الفرعية في مرحلة الشباب من دورتها الحَتّية، باستثناء الحوض 5 فهو في مرحلة النضج من دورته الحَتّية

6 - الرقم الهندسي (G_n):

يتضح من (جدول59) أن قيم هذا المتغير تتراوح في الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل ما بين أقلها 0.201 في الحوض 8، وأعلاها 2.280 في الحوض 2.

7. 4. 1. 4 - الخصائص المورفومترية ذات العلاقة بالشبكة المائية:

1- رُتب المجاري المائية(u) وأعدادها (N_u):

وفقاً لطريقة (Strahler,1957) لتحديد رتب المجاري المائية، تصنف الأحواض الفرعية 1، 2، 5، أحواضًا من الرتبة السادسة، في حين يُصنف الحوض الفرعي 3، حوضًا من الرتبة الخامسة، بينما تصنف الأحواض: 4، 6، 7، 8، 9، أحواضًا من الرتبة الرابعة، ويتراوح عدد المجاري المائية في الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل ما بين أقله في الحوض 9 وعددها 27 مجرى، وأعلاه في الحوض 2 وعددها 1357 مجرى (جدول59)، وللتعرّف على عدد المجاري المائية على مستوى الرُّتب في الأحواض الفرعية (ملحق8).

2- طول المجاري المائية (L_u):

يتضح من (جدول59) أن طول المجاري المائية في هذه الأحواض يتراوح ما بين 31.98– 1968.398كم، وإن أقل طول للمجاري المائية في الحوض 9 ، وأكبر طول لها في الحوض 2، وللتعرّف على طول المجاري المائية على مستوى الرُّتب في الأحواض الفرعية (ملحق8).

3- نسبة التشعّب (R_b):

تمّ حساب نسبة التشعب على أساس المتوسط الحسابي لنسبة التشعّب في كل حوض من الأحواض الفرعية، إذ يتضح من (جدول59) أن نسبة التشعب في هذه الأحواض تتراوح ما بين أقلها 2.76 في الحوض 9، وأعلاها 4.47 في الحوض 4.

5- كثافة التصريف (D_d):

يتضح من (جدول59) أن كثافة التصريف في الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل تتراوح ما بين 1.40 ـ 1.62 كم/كم^2، حيث سجّل الحوض 6 أقل قيمة لكثافة التصريف، في حين سجّل الحوض 3 أعلى قيمة لها .

6- التكرار النهري (F_s):

تتراوح قيم التكرار النهري في هذه الأحواض ما بين أدناها 1.07 في الأحواض: 1، 2، وأعلاها 1.35 في الحوض 8 (جدول59).

7- طول الجريان الصفائحي (L_o):

تتراوح قيم هذا المتغير في الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل ما بين 0.69 - 0.80 إذ سُجّلت أقل قيمة في الحوض 6، وأعلى قيمة في الحوض 3 (جدول59).

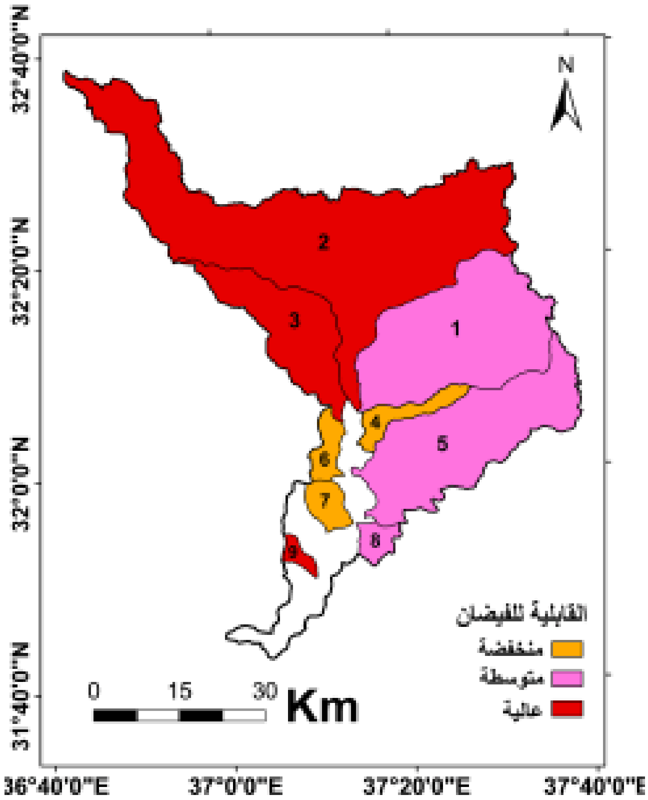
بعد تحليل الخصائص المورفومترية للأحواض الفرعية في حوض وادي راجل تمّ تقدير قابلية هذه الأحواض للفيضانات الوامضة باتّباع **طريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية، Morphometric ranking method** (Pradhan, 2010; Youssef, et al 2009)، إذ تم تصنيف وترتيب قيم كل متغير من المتغيرات المورفومترية للأحواض الفرعية الداخلة في تقدير القابلية للفيضانات الوامضة (جدول60) إلى خمس فئات بناءً على معادلة :

(Max – Min)/5 وجمع القيم التي تحصّل عليها كل حوض فرعي (جدول60) تبين أن من أكثر الأحواض الفرعية قابلية للفيضانات الوامضة في حوض وادي راجل الحوض 2، ويليه الحوض 3، ثم الحوض 9، بينما يُعد الحوض 6 من أقل الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل قابلية للفيضانات الوامضة (جدول60).

وبتصنيف المجاميع التي تحصّلت عليها الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل إلى ثلاث فئات متساوية حسب درجة القابلية للفيضانات الوامضة (منخفضة، متوسطة، عالية) تبين أن الأحواض: 4، 6، 7، ذات قابلية منخفضة للفيضانات الوامضة، والأحواض:1، 5، 8 ذات قابلية متوسطة للفيضانات، والأحواض: 2، 3، 9 ذو قابليّة عالية للفيضانات الوامضة (شكل127).

جدول (60) ترتيب المتغيرات المورفومترية الداخلة في تقدير قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل للفيضانات الوامضة وفقًا للمعادلة (Max – Min)/5

المتغيرات المورفومترية		الأحواض المائية الفرعية								
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة الطردية مع قابلية الحوض للفيضانات الوامضة	A	3	5	2	1	3	1	1	1	1
	B_h	2	5	3	1	2	1	1	1	1
	R_r	3	4	5	1	1	1	4	2	4
	S_w	3	4	5	1	1	1	4	2	5
	R_c	4	1	2	1	2	3	5	4	3
	D_d (Km/Km^2)	4	3	4	5	2	1	4	2	4
	F_s (Nu/Km^2)	1	1	1	3	2	3	1	5	5
	U	5	5	4	3	5	3	3	3	3
	N_u	3	5	2	1	3	1	1	1	1
	L_u	3	5	2	1	2	1	1	1	1
المتغيرات المورفومترية ذات العلاقة العكسية مع قابلية الحوض للفيضانات الوامضة	R_e	2	5	5	5	5	3	1	1	3
	S_f	3	5	5	5	5	1	1	4	4
	Cc	5	1	3	2	3	4	5	5	4
	R_n	4	1	3	1	4	5	5	5	5
	Hi	1	1	2	2	5	1	1	1	1
	G_n	3	1	3	4	2	5	5	5	5
	L_o	1	1	1	4	3	5	1	3	1
المجموع		50	53	52	41	50	40	44	46	51



شكل (127) قابلية الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل للفيضانات الوامضة وفقًا لطريقة ترتيب المُتغيرات المورفومترية

الفصل الثامن

النتائج والتوصيات

الفصل الثامن

النتائج والتوصيات

8. 1- النتائج:

توصلت هذه الدراسة إلى النتائج التالية:

1- من خلال دراسة التكوينات الجيولوجية في الأحواض المائية المختارة، تبيّن اختلاف التكوينات الصخرية من حوض إلى آخر، بل اختلافها داخل الحوض الواحد، وتُعد تكوينات الكريتاسي المكوّنة من: الحجر الكِلسي، والحجر الرملي الأبيض، والمتعدد الألوان، والصُّوّان، والفوسفات من أكثر التكوينات الصخرية انتشارًا في هذه الأحواض، إذ تُغطّي نسبة 56.45% من مساحتها الكلية، وتلِيها تكوينات الزمن الرباعي المكونة من: مفتّتات غير متماسكة من الصخور الرملية، والطينية، والكلونجلوميريت التي تغطي 20.04% من المساحة الكلية للأحواض المختارة.

2 - انتشار الصّدوع في معظم أجزاء الأحواض المائية المختارة، مع ملاحظة تركُّزها في الأطراف الغربية من الأحواض المائية التي تصب في الانهدام الأردني - نهر الأردن، والبحر الميت، ووادي عربة- مما أثّر على الخصائص المورفومترية لهذه الأحواض.

3 - اختلاف وتباين المتوسط السنوي للأمطار من حوض إلى آخر، إضافة إلى تباين هذا المتوسط داخل الحوض الواحد، مع ملاحظة تناقُص كميّات الأمطار بالاتجاه من الغرب إلى الشرق، والجنوب الشرقي .

4 - تعددّت التُّرَب في الأحواض المائية المختارة، إذ تركّزت تُرب البحر المتوسط بأنواعها، والتربة الصفراء في الأحواض الغورية، وأحواض البحر الميت، وحوض وادي جرذان، حيث تغطي نسبة 64.35% من المساحة الكلية لهذه الأحواض، بينما تغطي التربة الرملية من المساحة الكلية لحوضيْ: وادي الركية - الأحيمر، ووادي اليُتم 68.45%، فيما غطّت التربة الرمادية 93.81% من المساحة الإجمالية لحوض وادي راجل.

5- قِلة الغطاء النباتي بشكل عام في الأحواض المائية المختارة، إذ لا تتجاوز المساحة المشغولة بالنباتات من مساحتها الكلية نسبة 7.06%.

6- تباينت الرُّتب النهرية للأحواض المائية المختارة من الرتبة 5 للأحواض المائية صغيرة المساحة إلى الرتبة 7 للأحواض المائية كبيرة المساحة، بناءً على طريقة **(Strahler, 1957)**، لتصنيف المجاري المائية إلى رُتب نهرية.

7- من خلال دراسة الخصائص الشكلية للأحواض المائية المختارة تبين إنّ هذه الأحواض المائية تميل إلى الاستطالة، إلا حوض وادي اليُتم فهو بيضاوي الشكل يميل إلى الاستدارة.

8- اختلفت نسبة التضرس في الأحواض المائية المختارة، إذ كانت أعلى في الأحواض الغورية، وأحواض البحر الميت، وأحواض وادي عربة، منها في أحواض المنخفضات الصحراوية الداخلية، إضافة إلى أن نسبة التضرس كانت أعلى في الأحواض المائية صغيرة المساحة منها في الأحواض المائية كبيرة المساحة.

9- أظهرت قيم التكامل الهبسومتري للأحواض المائية المختارة، أنّ هذه الأحواض في مرحلة الشباب من دورتها الحتية إذ تراوحت قيم هذا المتغير ما بين 64.56% - 87% .

10- أظهرت الدراسة أن العلاقة بين الرتب النهرية، وعدد المجاري المائية علاقة عكسية في جميع الأحواض المائية المختارة، وهذا يتفق مع قانون (Horten,1945) الأول الذي يشير إلى أن عدد المجاري المائية في الرتب المتتالية يُشكل متوالية هندسية عكسية.

11- أظهرت الدراسة أن العلاقة بين الرتب النهرية، ومتوسط طول المجاري المائية علاقة طردية في 7 أحواض من الأحواض المائية المختارة، وهذا يتماشى مع القانون الثاني لـ (Horten, 1945) الذي يشير إلى أن متوسط طول المجاري المائية للرتب المتتالية يشكل متوالية هندسية، ولم يخرُج عن هذه القاعدة سوى حوضَي: وادي الكفرين، ووادي جرذان.

12- أثّرت الخصائص الطبيعية للأحواض المائية المختارة الجيولوجية، والمناخية، والتربة، والغطاء النباتي في خصائص الشبكة المائية لهذه الأحواض ويظهر ذلك من خلال الآتي :

- ارتفاع قيم مُعدل نسبة التشعّب في كل الأحواض المائية المختارة، حيث يتراوح ما بين 4.459 - 5.302 ممّا يعكس عِظم تأثّر شبكات المجاري المائية، وأنماط التصريف في هذه الأحواض بالنشاطات، والاضطرابات التكتُونية التي شهدتها الأزمنة الجيولوجية المختلفة.

- تدنّي قيم كثافة التصريف في كل الأحواض المائية المختارة، إذ تراوحت ما بين 1.328 - 2.559 كم/كم^2 .

- تدنّي قيم التكرار النهري في كل الأحواض المائية المختارة، إذ تراوحت ما بين 1.124 - 3.980 مجرى/كم^2 .

ـ انخفاض قيم الجريان الصفائحي في كل الأحواض المائية المختارة، إذ تراوحت ما بين 0.664 ـ 1.279 كم.

ـ انخفاض قيم شدة التصريف في كل الأحواض المائية المختارة، بسبب انخفاض قيم كثافة التصريف، وقيم التكرار النهري.

13- أظهر تطبيق أسلوب التحليل العاملي تشبع المتغيرات المورفومترية حول أربعة عوامل رئيسية، تفسر التباين في الخصائص المورفومترية للأحواض المائية المختارة، وهي: عامل الخصائص الخَطّية والمساحية، وعامل خصائص الشبكة المائية، وعامل الخصائص الشكلية، وعامل الخصائص التضاريسية.

14- أمكن باستخدام نموذج تحليل الخصائص المورفومترية تحديد أولويات أحواض الرتبة الثالثة في أحواض وادي شعيب، ووادي الكرك، ووادي الركية ـ الأحيمر، من حيث انجراف وصيانة التربة والمياه.

18- أمكن باستخدام طريقة ترتيب المتغيرات المورفومترية، تقدير قابلية الأحواض الفرعية في أحواض وادي الكفرين، ووادي اليُتم، ووادي راجل للفيضانات الوامضة.

16- توصّلت الدراسة إلى بناء قاعدة بيانات جغرافية للخصائص الطبيعية والمورفومترية للأحواض المائية المختارة، باستخدام برمجيّات الاستشعار عن بُعد، ونُظُم المعلومات الجغرافية.

8. 2 - التوصيات:

1- إجراء دراسات تطبيقية مماثلة لكل الأحواض المائية في الأردن، باستخدام تقنية الاستشعار عن بعد، ونُظم المعلومات الجغرافية، لاستخلاص قاعدة بيانات جغرافية مورفومترية لتلك الأحواض، يُستفاد منها في إدارة مواردها بشكل يتناسب مع إمكاناتها لتحقيق التنمية المستدامة.

2- إجراء دراسات مكمّلة لهذه الدراسة على الأحواض المائية المختارة، مثل دراسة الحصاد المائي، وتقدير الجريان السطحي، وغيرها من الدراسات التي تعتمد على الخصائص المورفومترية للأحواض المائية.

3- آمُل من الجهات المُناطة بإدارة الأحواض المائية، العمل على إعداد خرائط للأحواض المائية في الأردن، باستخدام التقنية الحديثة، مثل الاستشعار عن بُعد، ونُظم المعلومات الجغرافية لِما تُوفّره هذه التقنية من دقّةٍ في تحديد حدود الأحواض المائية، وشبكات تصريفها.، فضلاً عن توفير الوقت، والجهد.

المصادر والمراجع

أـ المراجع العربية:

ـ البحيري، صلاح الدين (1994)، **الأردن دراسة في الجغرافية،** سلسلة الكتاب في تاريخ الأردن66، (ط2) عمان: منشورات لجنة تاريخ الأردن.

ـ أبوحصيرة، يحيى محمود (2013)، **تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص المورفومترية لحوض نهر العوجاء ـ فلسطين،** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الإسلامية غزة، فلسطين.

ـ أبوزيد، محمد خيرسليم (2005)، **أساليب التحليل الإحصائي باستخدام برمجية SPSS**،(ط1)، عمان: دار الصفاء للطباعة والنشر والتوزيع.

ـ أبوسليم، علي (2009)، التحليل الجيومورفولوجي للمعطيات الطبيعية المحددة لظاهرة الفيضانات النهرية في وادي جرذان، **المجلة الأردنية للعلوم الاجتماعية،** مجلد2، العدد1، عمان.

ـ أبوالشواشي، ناديا يخلف (2012)، **تقييم الأراضي الطبيعية في البادية الجنوبية باستخدام وسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية،** أطروحة دكتوراه غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الاردن.

ـ البلوشي، علي سعيد (1997)، **جيومورفولوجية حافة رأس النقب،** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الاردن.

ـ التوم، صبري محمد (1990)، **حوض وادي الرميمين دراسة جيومورفولوجية،** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الاردن.

ـ جاري، طلال، وعبدالحسين، ضياء الدين (2011)، مورفومترية حوض نهر الزعفران شمال محافظة ميسان دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، **مجلة كلية التربية واسط،** العدد 10.

ـ جودة، محفوظ (2009)، **التحليل الإحصائي المتقدم باستخدام SPSS**، (ط2)، عمان: دار وائل للنشر.

- حمدون، علاء نبيل، الدغستاني، حكمت صبحي (2012)، **تحليل الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف في منطقة دهوك شمال العراق باستخدام معطيات الاستشعار عن بعد،** مركز التحسس النائي، جامعة الموصل.

- دائرة الأراضي والمساحة (1949)، **خرائط طبوغرافية، عمان، الكرك، معان، مقياس 1: 250000** ، عمان: الأردن.

- دائرة الأراضي والمساحة (1971)، **خريطة طبوغرافية، الأزرق، مقياس 1: 250000** ، عمان: الأردن.

- زيتون، محمد عبدالكريم (2000)، **التغيرات الجيومورفولوجية للسهل الفيضي لنهر الزرقاء ما بين جسر جرش وسد الملك طلال 1978 - 1998،** رسالة ماجستير غير منشورة الجامعة الأردنية، عمان، الاردن.

- سلامة، حسن رمضان (1980)، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية الأردنية، دراسات، **مجلة العلوم الإنسانية،** المجلد7، العدد1، الجامعة الأردنية.

- ــــــ ، حسن رمضان (2004)، **أصول الجيومورفولوجيا،(ط1)** عمان، دار المسير للنشر والتوزيع والطباعة.

- سلوم، غزوان (2012)، حوض وادي قنديل دراسة مورفومترية، **مجلة جامعة دمشق،** المجلد 28 العدد 1.

- سلطة المياه الأردنية، **بيانات مناخية، 1985 - 2014،** عمان الأردن.

- سلطة المصادر الطبيعية، **خريطة الأردن الجيولوجية مقياس 1 :650000،** عمان، الأردن.

- سهاونة، فوزي، وصالح، حسن عبدالقادر وأبوسمور، حسن، وغانم، علي (2013)، **جغرافية الأردن،** (ط1) عمان: دار وائل للنشر.

- شحادة، نعمان (2010)، **التحليل الإحصائي في العلوم الإنسانية والاجتماعية،** عمان: دار الصفاء للطباعة والنشر والتوزيع.

- عابد، عبدالقادر(1982)، **جيولوجية الأردن صخوره تراكيبه معادنه مياهه،** (ط1) عمان:مكتبة النهضة الإسلامية.

- عابد، عبدالقادر (2009)، **جيولوجية الأردن وبيئته ومياهه**، (ط2) عمان: نقابة الجيولوجيين الأردنيين سلسلة الكتب العلمية.

- العباسي، عبدالحميد (2011)، **التحليل العاملي تطبيقات في العلوم الاجتماعية باستخدام SPSS**، معهد الدراسات والبحوث الإحصائية، جامعة القاهرة.

- علاجي، أمنه (2010)، **تطبيق نظم المعلومات الجغرافية في بناء قاعدة بيانات للخصائص المورفومترية ومدلولاتها الهيدرولوجية في حوض وادي يلملم**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

- المركز الجغرافي الملكي الأردني (2006)، **أطلس الأردن والعالم**، عمان: مطبوعات المركز الجغرافي الملكي الأردني.

- النجار، فايزجمعة، والنجار، نبيل جمعة، والزعبي، ماجد راضي (2013)، **أساليب البحث العلمي منظور تطبيقي**، (ط3) عمان : دار الحامد للنشر والتوزيع .

- النفيعي، هيفاء محمد (2010) **تقدير الجريان السطحي ومخاطره السيلية في الحوض الأعلى لوادي عرنة شرق مكة المكرمة بوسائل الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة أم القرى، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.

- وزارة الزراعة الأردنية (1993)، **المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضي**، المستوى الأول، عمان.

- وزارة الزراعة الأردنية (1994)، **المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضي**، المستوى الثاني، عمان.

ب ـ المراجع الأجنبية :

- Abdull, H,H.(2011). Morphometric parameters study for the lower part of Lesser Zap using GIStechnique. **Diyala Journal for Pure Sciences**, Volume 7, No 2, P 127-155.

- Abduladheem, A. Elmewafey,M. Beshr,A. and Elnaggar, A, A. (2015), Using GIS based Morphometry Estimation of Flood Hazard Impacts on Desert Roads in South Sinai, Egypt, I**nternational Journal of Scientific & Engineering Research,** Volume 6, Issue 7,P 1593-1599.

- Aldarraji, Saad, A.(2013), **Simplify Equation to Calculate Elongation River Basin Proposed by Schumm (1956),** AL-USTATH No 02,Volume 2.

- Altin ,Altin . (2011) , **Drainage morphometry and its hnfluence on landforms in volcanic terrain central Anatolia Turkey, Science Direct** , procedia social and behavioral Science 19,pp 732- 740.

-Atkinson, K. Beaumont, B. Bowen- Jones,H . Fisher, WB. and Gilchrist-shirlaw. (1967), **Jordan: Soil conservation survey of Wadi Shueib and Wadi Kufrein, Jordan**,United Nations Development programme/F. A. O. Training and demonstration in affo , University of Durham.

- Bandel, K. and Salameh, E. (2013),**Geologic Development of Jordan Evolution of its Rock and Life,** University of Jordan.

- Bender,F.(1974), **Geology of Jordan Borntragen**, Berlin.

- Bourdon, D, J. (1959), **handbook of the Geology of Jordan**,Colchester.

- Brar,G, S. (2014), Morphometric Analysis of Siswan Drainage Basin, Punjab (India) using Geographical Information System, **International**

Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research (IJIEASR) Volume 3, No 5, P 11- 16.

- Chavare, S. and Shinde, S, D. (2013), Morphometric analysis of Urmodi basin, Maharashtra using geo-spatial techniques**, International Journal of Geomatics and Geosciences**, Volume 4, No1,P 224-231.
- Chorley, R.J. E,G, Donald Malm. and H,A, Pogorzelski. (1957), **A new standard for estimating drainage basin shape**, Amer, Jour, Sci, 255, P138-141.
- Chorley, R, J. (1973), **Introduction to Fluvial Processes** , Methuen & Co, Ltd, Cambridge.
- Faniran, A. (1968),The Index of Drainage Intensity - A Provisional New Drainage Factor, **Australian Journal of Science**, 31, p 328-330.
- Farhan, Yahya. Anbar Ali. Enaba Omar. and Nisrin ,Al-Shaikh. (2015), Quantitative Analysis of Geomorphometric Parameters of Wadi Kerak, Jordan, Using Remote Sensing and GIS, **Journal of Water Resource and Protection**, 2015, 7.
- Flint, J,J. (1973), **Experimental Development of headword Growth of channel**, Net-work, Geo, Sci, Amer, Bull, V, 84, P1090-1901.
- Gajbhiye, S. Mishra, S. K. and Pandey, A.(2014**), Prioritizing erosion-prone area through morphometric analysis: an RS and GIS perspective**, Appl Water Sci, 4, p51-61.
- Horton, R,E. (1932), **Drainage basin characteristics**, Trans. Amer. Geophys, Union, 13, pp 350-361.

- Horton,R,E. (1945), **Erosional development of stream & their drainage basin, Hydrogeological approach to quantitative morphology**, Bull,Geol, Societ, Am 56, P 275-370.

- Jasrotia, A,S. Kumar, Ajay. and Mohd, Aasim. (2012), Morphometric analysis and hydrogeomorphology for delineating groundwater potential zones of Western Doon Valley, Uttarakhand , India**, International Journal of Geomatics And Geoosciences,** Volume 2, No 4,p1078-1096.

- Kiran, V,S,S. and Srivastava Y, K. (2012), Check Dam Construction by Prioritization of Micro Watershed, using Morphometric Analysis as a Perspective of Remote Sensing and GIS for Simlapal Block, Bankura, W.B, **Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science**, Vol. 2, Special Issue 1,p20-31.

- KHADRI S,F,R. and DHAMANKAR, A,A.(2013), MORPHOMETRIC ANALYSIS OF BORDI RIVER BASIN, AKOLA DISTRICT MAHARASHTRA, INDIA USING REMOTE SENSING AND GIS TECHNIQUES, **International Journal of pure and applied research in engineering and technology**, Volume 1, 9,p1-21.

- Koshak,N. Dawod,G.(2011), A GIS morphometric analysis of hydrological catchments within Makkah Metropolitan area, Saudi Arabia, **International Journal of Geomatics And Geosciences**, Volume 2, No 2,p 544-554.

- Lakshmamma. Nagaraju.D. Mahadevaswamy,G .Siddalingamurthy,S. Manjunatha.S.(2011), metric analysis of Gundal watershed, Gundlupet taluk, Chamarajanagar district, Karnataka, India, **International Journal of Geomatics And Geosciences**, Volume 1, No 4,p 758-775.

- Langbein, W,B. (1947), **Topographic Characteristics Of Drainage Basins**, Geological Suravy Water-Supply Paper 968-C : 125-158.

- Miller, V. (1953) **A Quantitative Geomorphic Study of Drainage Basin Characteristics in the Clinch Mountain Area**, Virginia and Tennessee, Project NR 389-402, Technical Report 3, Columbia University, Department of Geology, ONR, New York..

- Morisawa, M . (1968), **Stream, their Dynamic and Morphology**, Mc Grow – Hill, New York.

- Muthukrishnan. Sarcar, M. K. and Banukumar,K.(2013), Drainage Morphometry Evaluation for Kodavanar sub basin to Understand the Interrelationships in Morphological Systems and in Process-Response Systems, **International Journal of Geomatics And Geosciences**, Volume 3, No 4, p662-707.

- Pareta, Kuldeep.and Pareta, Upasana. (2012) Integrated watershed modeling and characterization using GIS and remote sensing techniques, **Indian Journal of Engineering**, Volume 1, Number1, November.

- Patel, Dhruvesh, P. Gajjar, Chintan, A. Srivastava, Prashant, K. **Prioritization of Malesari mini-watersheds through morphometric analysis: a remote sensing and GIS perspective**, Environ Earth Sci, DOI 10.1007/s12665-012-2086-0.

- Pradhan, B. (2010b) **Flood susceptible mapping and risk area estimation using logistic regression, GIS and remote sensing,** J Spatial Hydrol, 9,2,p1–18.

- Ramu. and Mahalingam, B. (2012), Hypsometric Properties Of Drainage Basins In Karnataka Using Geographical Information System, **New York Science Journal**,5,(12), p56-58.

- Redwan, M. Abdel Moneim, A, A. Abo Amra, Marwa. Youssef, A, M.(2015), Watershed Characteristics and Flood Hazard Assessment of the Area West of Sohag, Upper Egypt, **International Journal of Environmental Engineering Research**, Volume 4, Issue 1, p18-26.

- Rudriaih, M. Govindaiah, S. and Srinivas Vtttalam S.(2008), Morphmetry using Remote sensing Techbiques in the sub-Basins of Kagna River Basin, Gulburga District, Karnataka, India. **Journal Indian Soc. Remote Sens**, 36 (12),p 351-360.

- Salim, N.(2007), **Water cycle from theory to practice derivation of a basic concept of groundwater recharge in Palestine adopting GIS techniques**, ph.D. thesis, Faculty Des Sciences ,Insstitut F-A Forel University De Geneve.

- Schumm, S.A. (1956), **Evolution of drainage system and slope in badlands of Perth Amboy**, New Jersey, Bull,Geol,Soc,Am, 67 .

- Schumm, S,A. (1963), **Sinuosity of alluvial rivers on the great plains**, Geol, Soc, Amer, Bull, 74, p 1089-1100 .

- Selby, M, J. (1985), E**arth's Changing Surface, An Introduction to Geomorphology**, Oxford : Clarendon Press.

- Sethupathi A,S. Lakshmi, N, C. Vasanthamohan V.and Mohan, S,P.(2011), Prioritization of miniwatersheds based on Morphometric Analysis using Remote Sensing and GIS techniques in a draught prone Bargur – Mathur subwatersheds, Ponnaiyar River basin, India, **International Journal of Geomatics And Geoosciences,** Volume 2, No 2.

- Singh, S. and Dubey, A. (1994) **Geoenvironmental Planning of Watersheds in Indian**, Chugh Publications, Allahabad,p28-69.

- Smith. (1950), **Standards for grading textures of Erosional topography**, Am, Jour, Sc, 248, p 655- 668.

- Strahler, A,N. (1956**),** **Quantitative Slope Analysis**, Bulletin of the Geological Society of America, 67, p 571-596.

- Strahler, A,N. (1957), **Quantitative analysis of watershed geomorphology**, Trans, Am, Geophys, Union, 38, p 913-920.

- Strahler, A,N. (1958), **dementional analysis of erosional topography**, Bull, Geol,Amer,Vol,63.

- Strahler AN. (1964), **Quantitative geomorphology of drainage basin and channel network**. In: VT Chow (ed), Handbook of applied hydrology McGraw Hill, New York,p436-476.

- Suji, V,R. Sheeja, R, V.(2015) Prioritization using Morphometric Analysis and Land Use/Land Cover Parameters for Vazhichal Watershed using Remote Sensing and GIS Techniques**, International Journal for Innovative Research in Science & Technology**, Volume 2, Issue 1, p61-68.

- **http://www.support.esri.com**.(2015) Esri GIS Dictionary.

- Youssef A,M. Pradhan B. Gaber, AFD. Buchroithner, MF. (2009) **Geomorphological hazard analysis along the Egyptian Red Sea Coast between Safaga and Quseir**, Nat Hazards Earth Sys Science 9,p751-766.

- Youssef, Ahmed, M. Pradhan, Biswajeet, and Hassan, Abdallah Mohamed. (2011), **Flash flood risk estimation along the St. Katherine road, southern Sinai, Egypt using GIS based morphometry and**

الملاحق

ملحق (1) مصفوفة الأحواض المائية المختارة المدخلة لبرنامج (SPSS)

الحوض	U	N_u	L_u	L_{sm}	R_{bm}	P	L_b	A	B_h	R_r	R_e	R_c	k	D_d	F_s	R_f	D_t	D_{is}	R_n	D_i	L_o	H_i
1	7	5806	7148.245	1.231	4.897	464.68	143.834	4895.112	1949	0.013	0.548	0.284	1.056	1.46	1.186	0.236	15.383	1.231	0.812	2.845	0.73	0.834
2	5	268.925	268.925	0.779	4.581	85.19	23.48	177.8	1347	0.057	0.64	0.307	0.775	1.512	1.94	0.322	4.049	1.23	2.03	1.283	0.756	0.849
3	6	305.5	305.5	0.91	4.534	94.534	30.44	189.83	1416	0.046	0.51	0.267	1.22	1.609	1.759	0.204	3.539	1.322	2.278	1.093	0.804	0.84
4	7	7742	9315.475	1.203	4.984	563.37	134.032	6571.29	1697	0.012	0.68	0.26	0.686	1.417	1.178	0.364	13.742	1.328	2.404	0.831	0.708	0.87
5	5	762	488.556	0.641	5.302	99.49	33.95	190.9	1661	0.048	0.459	0.241	1.509	2.559	3.981	0.165	7.659	1.3	4.25	1.555	1.279	0.863
6	5	346	381.197	1.101	4.496	109.23	32.39	286.87	1510	0.046	0.589	0.301	0.914	1.328	1.206	0.273	3.157	0.91	2.005	0.908	0.664	0.831
7	7	5492	6588.048	1.199	4.459	393.6	88.02	4430.5	1821	0.02	0.851	0.359	0.437	1.486	1.239	0.571	13.953	0.995	2.706	0.833	0.743	0.801
8	5	366	377.611	1.031	4.854	76.1	28.69	220.06	725	0.025	0.583	0.48	0.935	1.715	1.663	0.267	4.809	0.419	1.243	0.969	0.857	0.767
9	7	3613	4976.099	1.377	4.511	457.27	139.91	3213.93	1188	0.008	0.457	0.193	1.522	1.548	1.124	0.164	7.901	0.695	1.839	0.726	0.774	0.645

1 ـ حوض نهر الزرقاء، 2ـ حوض وادي شعيب، 3ـ حوض وادي الكفرين، 4ـ حوض وادي الموجب ـ الوالة، 5ـ حوض وادي الكرك، 6 ـ حوض وادي الركية ـ الأحيمر ،

7ـ حوض وادي اليتم، 8 ـ حوض وادي جرذان ، 9ـ حوض وادي راجل

ملحق (2) أعداد واطوال المجاري المائية على مستوى الرتب النهرية في احواض الرتبة الثالثة في حوض وادي شعيب

الحوض الفرعي	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية(u)		
			1	2	3
1	عدد المجاري المائية	(N_u)	13	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	6.511	6.348	2.690
2	عدد المجاري المائية	(N_u)	5	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	3.226	2.663	1.434
3	عدد المجاري المائية	(N_u)	13	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	8.820	6.908	2.407
4	عدد المجاري المائية	(N_u)	21	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	9.933	3.348	5.560
5	عدد المجاري المائية	(N_u)	12	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	3.403	0.943	4.060
6	عدد المجاري المائية	(N_u)	15	3	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	7.224	6.360	3.864
7	عدد المجاري المائية	(N_u)	4	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	2.271	0.725	0.864
8	عدد المجاري المائية	(N_u)	10	3	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	5.857	1.938	2.444
9	عدد المجاري المائية	(N_u)	11	3	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	7.832	2.750	1.229
10	عدد المجاري المائية	(N_u)	8	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	3.247	1.410	1.744
11	عدد المجاري المائية	(N_u)	16	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	7.401	6.263	1.349
12	عدد المجاري المائية	(N_u)	20	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	7.550	3.809	5.723
13	عدد المجاري المائية	(N_u)	7	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	4.031	1.709	1.274
14	عدد المجاري المائية	(N_u)	5	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	1.995	1.274	1.877

ملحق (3) أعداد المجاري المائية على مستوى الرتب النهرية

في احواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك

الحوض الفرعي	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية (u)		
			1	2	3
1	عدد المجاري المائية	(N_u)	4	2	1
2	عدد المجاري المائية	(N_u)	12	4	1
3	عدد المجاري المائية	(N_u)	15	3	1
4	عدد المجاري المائية	(N_u)	8	2	1
5	عدد المجاري المائية	(N_u)	15	3	1
6	عدد المجاري المائية	(N_u)	7	2	1
7	عدد المجاري المائية	(N_u)	8	2	1
8	عدد المجاري المائية	(N_u)	4	2	1
9	عدد المجاري المائية	(N_u)	35	6	1
10	عدد المجاري المائية	(N_u)	5	2	1
11	عدد المجاري المائية	(N_u)	10	2	1
12	عدد المجاري المائية	(N_u)	13	2	1
13	عدد المجاري المائية	(N_u)	14	2	1
14	عدد المجاري المائية	(N_u)	10	2	1
15	عدد المجاري المائية	(N_u)	14	2	1
16	عدد المجاري المائية	(N_u)	14	3	1
17	عدد المجاري المائية	(N_u)	9	3	1
18	عدد المجاري المائية	(N_u)	14	3	1
19	عدد المجاري المائية	(N_u)	11	3	1
20	عدد المجاري المائية	(N_u)	5	2	1
21	عدد المجاري المائية	(N_u)	7	2	1
22	عدد المجاري المائية	(N_u)	4	2	1
23	عدد المجاري المائية	(N_u)	18	4	1
24	عدد المجاري المائية	(N_u)	6	2	1
25	عدد المجاري المائية	(N_u)	8	2	1
26	عدد المجاري المائية	(N_u)	9	2	1
27	عدد المجاري المائية	(N_u)	10	2	1
28	عدد المجاري المائية	(N_u)	5	2	1
29	عدد المجاري المائية	(N_u)	11	2	1
30	عدد المجاري المائية	(N_u)	6	2	1
31	عدد المجاري المائية	(N_u)	7	2	1

ملحق (4) أطوال المجاري المائية على مستوى الرتب النهرية

في احواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الكرك

الرتبة النهرية (u)			رمز المتغير	المتغيرات المورفومترية	الحوض الفرعي
3	2	1			
0.330	1.324	1.280	(L_u)	طول المجاري المائية	1
1.640	1.560	3.750	(L_u)	طول المجاري المائية	2
2.180	1.230	5.100	(L_u)	طول المجاري المائية	3
0.750	2.230	3.700	(L_u)	طول المجاري المائية	4
1.460	5.030	5.530	(L_u)	طول المجاري المائية	5
0.460	2.280	3.300	(L_u)	طول المجاري المائية	6
1.410	1.130	3.080	(L_u)	طول المجاري المائية	7
0.390	0.490	1.270	(L_u)	طول المجاري المائية	8
8.210	6.050	13.280	(L_u)	طول المجاري المائية	9
0.520	0.640	1.750	(L_u)	طول المجاري المائية	10
0.340	3.690	4.140	(L_u)	طول المجاري المائية	11
4.470	0.460	4.050	(L_u)	طول المجاري المائية	12
2.380	4.610	4.750	(L_u)	طول المجاري المائية	13
1.710	1.380	5.960	(L_u)	طول المجاري المائية	14
2.170	1.500	3.680	(L_u)	طول المجاري المائية	15
2.960	0.660	5.370	(L_u)	طول المجاري المائية	16
0.090	2.330	3.730	(L_u)	طول المجاري المائية	17
3.260	3.720	6.200	(L_u)	طول المجاري المائية	18
2.160	1.390	4.140	(L_u)	طول المجاري المائية	19
0.870	0.890	2.520	(L_u)	طول المجاري المائية	20
0.090	2.800	3.170	(L_u)	طول المجاري المائية	21
0.820	0.950	0.470	(L_u)	طول المجاري المائية	22
2.490	4.090	6.930	(L_u)	طول المجاري المائية	23
1.150	0.880	1.680	(L_u)	طول المجاري المائية	24
0.330	1.900	3.480	(L_u)	طول المجاري المائية	25
1.580	1.340	2.340	(L_u)	طول المجاري المائية	26
0.330	3.960	6.140	(L_u)	طول المجاري المائية	27
0.080	1.200	3.440	(L_u)	طول المجاري المائية	28
3.000	1.810	6.410	(L_u)	طول المجاري المائية	29
1.210	1.140	2.400	(L_u)	طول المجاري المائية	30
0.420	3.430	4.380	(L_u)	طول المجاري المائية	31

ملحق (5) أعداد وأطوال المجاري المائية على مستوى الرتب النهرية

في احواض الرتبة الثالثة في حوض وادي الركية ـ الأحيمر

الحوض الفرعي	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية(u)		
			1	2	3
1	عدد المجاري المائية	(N_u)	19	6	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	14.574	7.074	5.798
2	عدد المجاري المائية	(N_u)	12	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	11.500	6.040	1.230
3	عدد المجاري المائية	(N_u)	6	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	3.330	1.660	1.080
4	عدد المجاري المائية	(N_u)	16	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	17.700	4.730	5.520
5	عدد المجاري المائية	(N_u)	6	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	2.510	1.890	0.720
6	عدد المجاري المائية	(N_u)	13	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	8.830	3.780	2.360
7	عدد المجاري المائية	(N_u)	10	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	8.250	2.640	1.040
8	عدد المجاري المائية	(N_u)	18	3	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	15.830	5.730	3.840
9	عدد المجاري المائية	(N_u)	5	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	4.620	4.570	1.210
10	عدد المجاري المائية	(N_u)	11	3	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	7.600	2.690	4.060
11	عدد المجاري المائية	(N_u)	9	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	7.490	7.860	0.430
12	عدد المجاري المائية	(N_u)	9	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	4.300	2.640	2.100
13	عدد المجاري المائية	(N_u)	20	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	9.120	3.240	5.610

ملحق (6) عدد وطول المجاري المائية على مستوى الرتب النهرية في الأحواض الفرعية في حوض وادي الكفرين

الحوض الفرعي	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية (u)			
			1	2	3	4
1	عدد المجاري المائية	(N_u)	81	20	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	43.210	23.100	14.840	1.998
2	عدد المجاري المائية	(N_u)	79	18	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	51.338	16.875	10.913	1.343
3	عدد المجاري المائية	(N_u)	11	2	1	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	4.740	2.963	2.175	
4	عدد المجاري المائية	(N_u)	5	2	1	-----
	طول المجاري المائية	(L_u)	2.937	0.592	0.973	----
5	عدد المجاري المائية	(N_u)	18	4	1	-----
	طول المجاري المائية	(L_u)	10.100	7.734	3.905	-----
6	عدد المجاري المائية	(N_u)	11	2	1	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	7.235	7.377	1.611	----

ملحق (7) عدد وطول المجاري المائية على مستوى الرتب النهرية في الأحواض الفرعية في حوض وادي اليتم

الحوض الفرعي	المتغيرات المورفومترية		الرتبة النهرية					
			1	2	3	4	5	6
1	عدد المجاري المائية		487	110	26	10	3	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	383.154	172.632	39.223	38.788	23.874	27.566
2	عدد المجاري المائية	(N_u)	644	121	32	6	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	511.348	172.632	115.732	66.206	46.736	13.391
3	عدد المجاري المائية	(N_u)	252	56	17	5	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	189.512	92.262	58.682	22.381	9.806	13.615
4	عدد المجاري المائية	(N_u)	232	55	12	4	1	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	179.830	80.479	27.942	27.626	24.93	----
5	عدد المجاري المائية	(N_u)	102	26	7	1	-----	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	67.352	39.588	21.067	16.947	------	-----
6	عدد المجاري المائية	(N_u)	54	13	3	1	----	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	44.352	25.941	11.277	9.018	-----	----
7	عدد المجاري المائية	(N_u)	161	33	10	1	----	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	124.251	62.105	26.195	32.631	----	-----
8	عدد المجاري المائية	(N_u)	711	160	40	9	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	578.876	312.499	152.323	64.11	37.983	12.993
9	عدد المجاري المائية	(N_u)	121	27	6	1	-----	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	96.860	50.501	24.491	19.540	----	-----
10	عدد المجاري المائية	(N_u)	86	23	4	1	-----	-----
	طول المجاري المائية	(L_u)	67.052	40.477	13.102	15.814	----	-----
11	عدد المجاري المائية	(N_u)	35	8	3	1	-----	-----
	طول المجاري المائية	(L_u)	24.306	14.542	4.938	7.759	-----	-----
12	عدد المجاري المائية	(N_u)	88	17	5	1	----	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	66.981	34.873	18.025	10.804	-----	-----
13	عدد المجاري المائية	(N_u)	356	71	13	3	1	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	280.807	122.011	66.144	52.895	23.234	----
14	عدد المجاري المائية	(N_u)	282	64	17	3	1	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	218.658	144.246	45.604	22.181	28.836	-----
15	عدد المجاري المائية	(N_u)	100	25	7	1	-----	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	75.63	32.89	26.28	19.13	----	-----
16	عدد المجاري المائية	(N_u)	16	6	2	1	----	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	10.575	6.247	3.881	2.709	-----	-----
17	عدد المجاري المائية	(N_u)	158	112	24	5	1	-----
	طول المجاري المائية	(L_u)	81.568	38.482	18.389	15.128	4.878	

ملحق (8) عدد وطول المجاري المائية على مستوى الرتب النهرية في الأحواض الفرعية في حوض وادي راجل

الحوض الفرعي	المتغيرات المورفومترية	رمز المتغير	الرتبة النهرية (u)					
			1	2	3	4	5	6
1	عدد المجاري المائية	(N_u)	516	116	23	7	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	458.814	240.278	139.652	66.926	35.122	18.693
2	عدد المجاري المائية	(N_u)	1100	200	41	11	4	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	984.494	467.030	280.001	129.302	67.584	39.987
3	عدد المجاري المائية	(N_u)	244	60	10	2	1	-----
	طول المجاري المائية	(L_u)	227.880	129.538	73.072	260.898	10.421	----
4	عدد المجاري المائية	(N_u)	65	12	2	1	-----	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	53.942	20.088	21.858	1.471	-----	-----
5	عدد المجاري المائية	(N_u)	467	105	29	6	2	1
	طول المجاري المائية	(L_u)	388.590	182.667	117.000	34.716	59.151	7.505
6	عدد المجاري المائية	(N_u)	47	10	2	1	-----	-----
	طول المجاري المائية	(L_u)	38.394	16.575	10.393	3.569	-----	-----
7	عدد المجاري المائية	(N_u)	44	9	2	1	----	----
	طول المجاري المائية	(L_u)	42.670	28.473	7.603	1.676	-----	----
8	عدد المجاري المائية	(N_u)	39	9	3	1	-----	-----
	طول المجاري المائية	(L_u)	26.590	15.105	9.942	5.119	----	----
9	عدد المجاري المائية	(N_u)	19	5	2	1	-----	-----
	طول المجاري المائية	(L_u)	19.864	3.875	2.351	5.897	----	---

APPLIED MORPHOMETRIC ANALYSIS FOR SELECTED WATERSHEDS FROM JORDAN USING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM TECHNIQUES

By

Omar Emhemed Anaiba

Supervisor

Dr. Yahya Isa Farhan, Prof

ABSTRACT

The present investigation aims to analyses the morphometric properties for nine watersheds in Jordan. The selected watersheds vary in terms of their physical, geological, geomorphic, climatic, soils and vegetation characteristics. These catchments are; Zarqa River, Wadi Shueib, Wadi Kafrein, Wadi Mujib-Wala, Wadi Kerak, Wadi Rakiya-Uheimer, Wadi Yutum, Wadi Jurdan and Wadi Rajel. The study utilized geospatial technology (GIS, RS, 30m resolution ASTER DEM) to demarcate the boundaries of the watersheds, and to extract the drainage networks. Stream order was assigned to each stream following the stream ordering system developed by Strahler (1957). Twenty five morphometric parameters were calculated based on the digital elevation model (DEM), GIS software (Arc GIS 10.1), and the mathematical equations elaborated by Strahler (1957; 1964). Among these parameters are: the Linear aspects, the areal aspects, relief aspects, and drainage network aspects. These parameters describe the drainage basin network, geometry, texture, and relief characteristics. Further, NDV1 based on ENVI 4.2 software was achieved to recognize the vegetation / land use cover in each catchment.

Statistical analysis(correlation, regression, and factor analysis) using SPSS (Version20) was employ to analyses the morphometric properties of the watersheds to reveal correlation patterns between the morphometric parameters, and to explain the variation between these parameters. Morphometric analysis methods, which elaborated recently were employed for mini-watersheds and sub-basins prioritization for soil conservation, and for estimation of flood hazard susceptibility and flood risk mapping. The study demonstrated the role of physical, geological, and geomorphic conditions on morphometric characteristics of the drainage basins across various geomorphic regions

of Jordan: the Jordan valley rift, the Dead Sea, the lower W.Araba, and the inland desert depressions.A remarkable variations exist in the values of morphometric parameters between the studied watersheds. Such variation is a attributed to geologic, tectonic, and geomorphic history of these watersheds. Based on morphometric analysis methods, it was possible to identify the prioritization of third - order mini – watersheds, and sub – basins for soil and water conservation measures. In Wadi Shueib, Wadi Rakiya-Uheimer, and Wadi Kerak. An estimation of flash floods susceptibility, and flood risk mapping were executed for Wadi Kafrein, Wadi Rajel, and Wadi Yutum, Southem Jordan.